UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS
Programa de Pós Graduação em Engenharia Hidráulica e
Saneamento

ELCIO EITI MAEDA

Diagnóstico da Gestão de Resíduos Sólidos nos
municípios do Estado de São Paulo, a partir dos
Planos Municipais de Gestão Integrada.

versão corrigida
São Carlos
Estado de São Paulo
2013

ELCIO EITI MAEDA

Diagnóstico da Gestão de Resíduos Sólidos nos municípios
do Estado de São Paulo, a partir dos Planos Municipais de
Gestão Integrada.

Dissertação apresentada à Escola de
Engenharia de São Carlos, da Universidade de
São Paulo, como parte dos requisitos para
obtenção do título de Mestre em Ciências,
Programa de Engenharia Hidráulica e
Saneamento.

Orientador: Prof. Assoc. Valdir Schalch

versão corrigida

São Carlos, SP

2013

AUTORIZO A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTA TRABALHO,
POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS
DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Maeda, Elcio Eiti
M184d Diagnóstico da Gestão de Resíduos Sólidos nos
municípios do Estado de São Paulo, a partir dos Planos
Municipais de Gestão Integrada. / Elcio Eiti Maeda;
orientador Valdir Schalch. São Carlos, 2013.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação
e Área de Concentração em Hidráulica e Saneamento --
Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de
São Paulo, 2013.

1. Resíduos sólidos. 2. Planos municipais de gestão
integrada. 3. Gestão. I. Título.

FOLHA DE JULGAMENTO

Candidato: Engenheiro **ELCIO EITI MAEDA**.

Título da dissertação: "Diagnóstico da gestão de resíduos sólidos nos municípios do Estado de São Paulo, a partir dos planos municipais de gestão integrada".

Data da defesa: 05/07/2013

Comissão Julgadora:

Resultado:

Prof. Associado **Valdir Schalch - (Orientador)**
(Escola de Engenharia de São Carlos/EESC)

Aprovado

Prof. Dr. **Nivaldo Aparecido Corrêa**
(Escola de Engenharia de São Carlos/EESC)

Aprovado

Prof.^a Dr.^a **Carmenlucia Santos Giordano Penteado**
(Universidade Estadual de Campinas/UNICAMP)

Aprovado

Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Hidráulica e Saneamento:

Prof. Titular **Edson Cezar Wendland**

Presidente da Comissão de Pós-Graduação:

Prof. Titular **Denís Vinicius Coury**

*Dedico esta dissertação aos meus pais Clarice Yoshie Shimamoto
Maeda e Ernesto Eito Maeda, pelo apoio incondicional que sempre
tive.*

AGRADECIMENTOS

Aos meus queridos pais, Clarice Yoshie Shimamoto Maeda e Ernesto Eito Maeda. Agradeço a eles por serem excelentes pais, pelo amor, pelo incentivo, pelo apoio incondicional, pelas lições e por contribuírem significativamente na formação de minha pessoa. Do fundo do meu coração, o meu muito obrigado.

Ao Prof. Assoc. Valdir Schalch, pela orientação, pelos ensinamentos, pela confiança depositada em mim e pelo apoio, principalmente nos momentos difíceis da pesquisa.

À Profa. Dra. Érica Pugliesi e ao Prof. Dr. Wellington Cyro de Almeida Leite pelas contribuições fundamentais fornecidas em meu exame de qualificação.

Ao Prof. Dr. Silvio Crestana pelo apoio e aprendizado proporcionado em sua disciplina cursada durante o mestrado (“Atividades Agrícolas e Qualidade dos Recursos da Terra e da Água”).

Aos colegas das disciplinas cursadas no PPGSHS em 2011, em especial aos amigos Arthur Sanches Rotiroti, Vanessa Vaz de Oliveira e Gabriel Dibbern Sacchi.

Aos funcionários do SHS, em especial à Sá, Priscila e Rose por todo apoio.

Aos docentes, funcionários e amigos que fiz durante o tempo de graduação na Engenharia Ambiental da EESC-USP.

A todos os membros de minha família que contribuíram para minha formação e que compartilho muitos momentos de alegria, aprendizado e amizade, em especial o meu irmão Enzo Yuji Maeda, minha prima Ilana Maeda Yamakami e minhas avós Eiko Maeda (*in memorian*) e Akico Shimamoto.

A todos do Núcleo de Estudo e Pesquisa de Resíduos Sólidos (NEPER), em especial ao Rodrigo Eduardo Córdoba e Marco Aurélio Castro, pelo apoio e amizade.

Aos funcionários das Prefeituras Municipais do Estado de São Paulo que contribuíram em minha pesquisa, respondendo às perguntas enviadas.

Enfim, meus sinceros agradecimentos a todos que contribuíram, direta ou indiretamente, consciente ou inconscientemente, para a realização desta pesquisa.

RESUMO

Cada vez mais se buscam soluções para as questões ambientais. Com os resíduos sólidos não é diferente. A Lei Federal nº 12.305 de 02 de agosto de 2010 regulamentada pelo Decreto Federal nº 7.404 de 23 de dezembro de 2010 estabelece preceitos e ferramentas que visam a gestão integrada dos resíduos sólidos. O Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) é uma dessas ferramentas, primeiramente com o diagnóstico da situação atual dos municípios na gestão de resíduos e posteriormente buscando metas e soluções para atender o que foi estabelecido nas referidas legislações. Os municípios tinham, pela referida Lei, até o dia 02 de agosto de 2012 para terem elaborado seus respectivos PMGIRS. O presente trabalho visa diagnosticar a situação atual da gestão dos resíduos sólidos dos municípios do Estado de São Paulo, a partir dos PMGIRS elaborados. Como o Estado de São Paulo possui muitos municípios (645), verificou-se a necessidade de realização de amostragem, definindo 244 municípios como universo de estudo. A metodologia empregada foi elaboração e envio de um ofício às Prefeituras Municipais dos municípios amostrados, solicitando informações sobre a situação atual da elaboração do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos. Ao mesmo tempo os sites oficiais (prefeitura e câmara municipal) dos municípios amostrados foram consultados visando obter informações e acesso ao Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos elaborado. 99 municípios responderam ao ofício e somando-se os dados obtidos nos sites oficiais concluiu-se que 32 municípios apresentaram os Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos oficialmente aprovados pela municipalidade. Destes, 23 estavam disponíveis para análise e assim foram analisados. Dentre as constatações dos planos analisados podem-se citar: os resíduos de construção civil são os gerados em maior quantidade nos municípios, no entanto, de maneira geral, ainda são alvo de despejo clandestino e carecem de gestão que possibilite atender os preceitos da Lei 12.305/10. Com relação aos pneus, muitas Prefeituras possuem convênio com a entidade Reciclanip para promover o transporte e destinação adequada. Os PMGIRS analisados possibilitaram um diagnóstico da situação atual da gestão dos resíduos sólidos gerados nos municípios, bem como estabelecimento de metas concretas, com base no diagnóstico obtido.

Palavras-chave: resíduos sólidos; Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos; gestão; municípios do Estado de São Paulo.

ABSTRACT

Each more solutions have been seeking to environmental issues. With the solid waste is no different. Federal Law No. 12,305 of August 2, 2010 regulated by Federal Decree No. 7,404 of December 23, 2010 establishes principles and tools for the integrated management of solid waste. The Municipal Plan of Integrated Solid Waste Management (MPISWM) is one such tool, first with the diagnosis of the current situation of the municipalities in the management of waste and later seeking goals and solutions to meet what was established in the said legislation. The municipalities had, by law, until August 2, 2012 for having prepared their respective MPISWM. The present work aims to diagnose the current situation of the municipal solid waste management in the State of São Paulo, from MPISWM. As the State of São Paulo has many municipalities (645), the need for sampling by setting 244 municipalities as the universe of study. The methodology employed was preparing and sending a letter to the municipal administrations of the municipalities sampled, requesting information on the current situation of the Municipal plan of Integrated Solid Waste Management. At the same time the official sites (City Hall and Town Hall) of the cities sampled were consulted for information and access to the Municipal Plan of Integrated Solid Waste Management. 99 municipalities responded to the letter and adding to the data obtained in official sites was found that 32 municipalities have Municipal Plans of Integrated Solid Waste Management officially approved by the municipality. Of these, 23 were available for analysis and so were analyzed. One of the findings of the analyzed plans can include: construction waste are produced in greater quantity in the municipalities, however, in general, are still the target of illegal evictions and lack of management that makes it possible to meet the precepts of Law 12,305/10. With respect to tires, many Prefectures have an agreement with the Reciclanip entity to promote transportation and proper disposal. The MPISWM analyzed allowed a diagnosis of the current situation of solid waste management in municipalities, as well as establishing concrete targets, based on the diagnosis obtained.

Keywords: solid waste; Municipal plans of Integrated Solid Waste Management; management; municipalities of the State of São Paulo in Brazil.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Percentual de municípios por disposição final dos resíduos de serviços de saúde, segundo Brasil e Grandes Regiões- 2008.....	60
Figura 2: Fábrica de pré-moldados de concreto da Prohab.....	69
Figura 3: Evolução da geração dos RCD e dos descartes clandestinos.....	70
Figura 4: Principais produtores mundiais de madeira serrada – 2011.....	78
Figura 5: Resultado final das amostragens dos resíduos das aeronaves- composição física.....	95
Figura 6: Resultado final das amostragens dos resíduos do sítio aeroportuário- composição física.....	96
Figura 7: Barragem de contenção de rejeitos da mineração Rio Pomba Cataguases, Mirai- MG.....	99
Figura 8: Impactos de rompimento em barragem no município de Mirai-MG.....	100
Figura 9: Composição Gravimétrica média da coleta seletiva.....	104
Figura 10: Fluxograma de ciclo de vida dos equipamentos eletroeletrônicos.....	114
Figura 11: Composição física dos resíduos de varrição na região central e em vias....	128

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Enquadramento das condições das instalações de tratamento e/ou destinação final de resíduos domiciliares em função do IQR, IQR- valas e IQC.....	38
Quadro 2: Origem e descrição dos principais subprodutos gerados no tratamento de esgotos.....	50
Quadro 3 Classificação de resíduos de serviços de saúde, segundo a ANVISA – RDC 306/04.....	58
Quadro 4: Uso tradicional dos resíduos de madeira.....	80
Quadro 5: Classificação dos resíduos sólidos nas áreas de Portos, Aeroportos, Passagens de Fronteiras e Recintos Alfandegados dada pela RDC nº 56/08.....	84
Quadro 6: Componentes, equipamentos e substâncias perigosas de alguns equipamentos/resíduos eletroeletrônicos.....	113
Quadro 7: Estimativas de Geração dos Resíduos Sólidos, segundo PMGIRS apresentados.....	124
Quadro 8: Municípios e respectivas formas de disposição final dos resíduos gerados.....	128
Quadro 9: municípios que dispõem seus resíduos em outros municípios, com identificação e distância percorrida.....	129
Quadro 10: Formas de tratamento e disposição final dos RSS gerados nos municípios.....	130
Quadro 11: Formas de tratamento e disposição final dos RCC gerados nos municípios.....	131
Quadro 12: Localização das Áreas Favoráveis, segundo PMGIRS.....	134
Quadro 13: Iniciativas e Metas de Programas e Ações de Capacitação Técnica, Educação Ambiental e Participação dos Grupos Interessados.....	138

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Destino Final dos resíduos sólidos, por unidades de destino dos resíduos %	36
Tabela 2: Enquadramento do IQR dos municípios do Estado de SP.....	38
Tabela 3: Distribuição do IQR médio-2011, por municípios classificados por número de habitantes e correspondente quantidade de resíduos gerados.....	39
Tabela 4: Caracterização física mássica de resíduos domiciliares de São Carlos, SP, da coleta convencional.....	40
Tabela 5: Comparativo de caracterização física obtidas dos resíduos domiciliares do município de São Carlos-SP.....	41
Tabela 6: Maiores geradores de resíduos industriais perigosos (Classe I), Estado de São Paulo (1996).....	55
Tabela 7: Tratamento e Disposição final de Resíduos Sólidos Perigosos (Classe I), Estado de São Paulo.....	55
Tabela 8: Destinação dos RSS.....	61
Tabela 9: Municípios, total e com serviço de manejo de resíduos de construção e demolição, por forma de disposição dos resíduos no solo- Brasil e Estado de São Paulo- 2008.....	70
Tabela 10: Geração de Resíduos na Agroindústria para principais culturas brasileiras..	73
Tabela 11: Potencial Energético dos resíduos gerados na Agroindústria (MW/ano).....	74
Tabela 12: Áreas de culturas no Estado de SP em 2007/2008.....	75
Tabela 13: Área total de plantios florestais por gênero no Brasil, 2011.....	77
Tabela 14: Geração de resíduo da cadeia florestal- colheita e processamento mecânico(2009).....	79
Tabela 15: Quantidade de dejetos gerados pelas principais criações animais- Brasil e grandes regiões (2009).....	81
Tabela 16: Valores de conversão energética para diferentes tipos de efluentes.....	82
Tabela 17: Geração de metano a partir da geração de dejetos de aves de postura e corte, suínos e bovinos de leite- Brasil e grande regiões (2009).....	82

Tabela 18: Volume (m ³) mensal de resíduos sólidos coletados pela concessionária, por rodovia, em fevereiro/2004 a fevereiro/2005.....	86
Tabela 19: Resíduos gerados na Superintendência Regional de São Paulo (SRSP) da Infraero.....	93
Tabela 20: Resíduos gerados na Superintendência Regional de São Paulo (SRSP) da Infraero (continuação).....	93
Tabela 21- Quantidade de empresas por tipologia.....	101
Tabela 22: Quantidade de gerada de resíduos, estéreis e rejeitos.....	101
Tabela 23: Porcentagem dos 10 resíduos mais gerados.....	102
Tabela 24: Volume comercializado e coletado de óleo lubrificante por região- ano de 2011.....	108
Tabela 25: Volume de embalagens vazias destinados pelo INPEV desde 2002.....	111
Tabela 26: Levantamento da situação atual* com relação ao PMGIRS, junto aos municípios amostrados.....	120
Tabela 27: Levantamento de informações obtidas em consultas nos sites oficiais e nas respostas fornecidas pelas Prefeituras Municipais.....	122
Tabela 28: Situação do Plano de Gestão de Resíduos sólidos na totalidade dos municípios de São Paulo, segundo informações do município verde-azul.....	122
Tabela 29: Situação do Plano de Gestão de Resíduos sólidos nos municípios do Estado de SP amostrados, segundo informações do município verde-azul.....	123
Tabela 30: Composição física dos Resíduos Domiciliares nos municípios que apresentaram o PMGIRS.....	126
Tabela 31: Estudo Gravimétrico dos RSD por Classe Social. (Média de 2007 a 2010).....	128

LISTA DE SIGLAS

ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas

ANTAQ- Agência Nacional de Transportes Aquaviários

ABRAF- Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas

CETESB- Companhia Ambiental do Estado de São Paulo.

CODESP- Companhia Docas do Estado de S. Paulo.

EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

ETA- Estação de Tratamento de Água

ETE- Estação de Tratamento de Esgoto

FEAM- Fundação Estadual de Meio Ambiente.

INFRAERO- Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária

PERS- Política Estadual de Resíduos Sólidos

PMGIRS- Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos

PNRS- Política Nacional de Resíduos Sólidos

RCC- Resíduos da Construção Civil.

RSS- Resíduos de Serviços de Saúde.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	23
2. OBJETIVOS.....	25
2.1. Objetivo geral.....	25
2.2. Objetivos específicos.....	25
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	26
3.1. Definição e Classificação dos Resíduos Sólidos.....	26
3.2. Política Nacional e Estadual de Resíduos Sólidos.....	28
3.2.1. Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos.....	29
3.3. Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos.....	31
3.4. Resíduos sólidos urbanos.....	32
3.4.1. Resíduos domiciliares.....	32
3.4.1.1. Panorama dos resíduos domiciliares no Brasil: geração, caracterização e disposição final.....	36
3.4.2. Resíduos de limpeza pública.....	41
3.4.2.1. Resíduos de varrição.....	41
3.4.2.2. Resíduos de poda e capina.....	42
3.5. Resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviço.....	45
3.6. Resíduos públicos de saneamento básico.....	45
3.6.1. Lodos de ETA.....	46
3.6.2. Lodos de ETE.....	48
3.6.3. Resíduos de drenagem urbana.....	51
3.7. Resíduos industriais.....	52
3.7.1. Estado de São Paulo.....	54
3.8. Resíduos de Serviços de Saúde.....	56
3.8.1. Definição de RSS.....	56
3.8.2. Classificação dos RSS.....	57
3.8.3. Panorama da Gestão e Gerenciamento de RSS.....	60
3.8.4. Responsabilidades pelo Gerenciamento dos RSS e Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS).....	62
3.8.5. Principais Métodos de Tratamento de RSS.....	63
3.9. Resíduos da Construção Civil.....	64
3.9.1. Definição e classificação.....	64

3.9.2. Legislação Federal Aplicada.....	65
3.9.3. Legislação Estadual Aplicada.....	66
3.9.4. Origem e Panorama da Geração dos RCC.....	66
3.9.5. Panorama e Alternativas de Destinação dos RCC.....	67
3.9.6. Disposição final irregular e regular de RCC.....	69
3.10. Resíduos Agrossilvopastoris.....	72
3.10.1 Agro (Agricultura).....	72
3.10.2. Silvo (Silvicultura).....	76
3.10.3.Pastoril (Pecuária).....	80
3.11. Resíduos de Serviços de Transporte.....	84
3.11.1. Rodoviário.....	85
3.11.2. Ferroviário.....	87
3.11.3. Porto.....	89
3.11.4. Aeroporto.....	91
3.12. Resíduos de Mineração.....	97
3.12.1. Geração- Relatório da FEAM referente à mineração (ano-base 2011).....	100
3.13. Coleta Seletiva.....	102
3.14. Logística Reversa.....	105
3.14.1. Pneus.....	105
3.14.2. Óleos lubrificantes usados.....	107
3.14.3. Lâmpadas fluorescentes.....	109
3.14.4. Agrotóxicos.....	109
3.14.5. Pilhas e Baterias.....	111
3.14.5.1. Uma Iniciativa: Programa Papa-Pilha do Banco Santander.....	112
3.14.6. Resíduos eletroeletrônicos.....	112
3.14.6.1. Exemplo de iniciativa: Projeto Recicl@tesc.....	115
4. METODOLOGIA.....	116
4.1. Estado de São Paulo.....	116
4.2. Critério de amostragem de municípios.....	116
4.3. Levantamento de dados junto aos municípios.....	117
4.4. Forma de análise das respostas.....	118
4.5. Município Verde-azul.....	118

4.6. Análise dos Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos.....	119
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	120
5.1. Levantamento de Dados.....	120
5.2. Análise dos PMGIRS.....	124
5.2.1. Diagnóstico da Situação dos Resíduos Sólidos gerados no respectivo território.....	124
5.2.2. Estudo e Localização de áreas favoráveis.....	133
5.2.3 Implantação de Soluções Consorciadas.....	135
5.2.4. Resíduos objeto de logística reversa.....	135
5.2.4.1. Pneus.....	135
5.2.4.2. Demais resíduos: algumas iniciativas.....	136
5.2.5. Procedimentos operacionais dos Resíduos Sólidos Urbanos.....	137
5.2.6. Indicadores de Desempenho Operacional e Ambiental.....	137
5.2.7. Programas e Ações de Capacitação Técnica, Educação Ambiental e Participação dos Grupos Interessados.....	138
5.2.8. Mecanismos para criação de fontes de negócios, emprego e renda, mediante valoração dos resíduos sólidos.....	140
5.2.9. Cálculo dos custos e forma de cobrança.....	141
5.2.10. Metas.....	141
5.2.11. Identificação dos Passivos Ambientais.....	141
5.2.12. Periodicidade de sua Revisão.....	142
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	143
7. CONCLUSÕES.....	144
8. SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS.....	145
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	146
10. APÊNDICE.....	159
10.1. Modelo de e-mail elaborado e enviado ao setor responsável das Prefeituras dos municípios amostrados.....	159
10.2. Ofício elaborado e enviado ao setor responsável das Prefeituras dos municípios amostrados.....	160

1. INTRODUÇÃO

As notícias que têm maior repercussão relacionada a meio ambiente costumam ser sobre atividades que causam significativo impacto ambiental em um curtíssimo intervalo de tempo. Dentre os principais exemplos, podem ser citados derramamentos de petróleo no mar e queimadas de grandes proporções em florestas.

No entanto, há aquelas atividades degradadoras do meio ambiente de igual ou até maior impacto negativo comparada às já citadas, para as quais ainda, às vezes, não é dada a devida atenção pelas autoridades públicas e população: a geração de resíduos sólidos.

A geração de resíduos sólidos é inerente ao modo de vida do ser humano, pois ela pode ser reduzida, no entanto, não há como zerá-la, ainda mais na fase atual em que se encontra, não apenas a sociedade brasileira, mas o planeta como um todo: apresentando índices crescentes de consumo, tanto em termos quantitativos como qualitativos, impulsionados pelo desenvolvimento tecnológico atual. Resta apenas realizar a gestão da melhor maneira possível desses resíduos, de tal forma a minimizar os impactos ambientais negativos potenciais dos mesmos.

Até meados do século passado, a questão ambiental no Brasil era desconsiderada ou pouco levada em conta para a implantação de qualquer atividade. Somente após perceber que vários problemas ambientais estavam afetando a população como um todo (problemas de saúde, prejuízos financeiros, dentre outros) é que a questão foi ganhando importância e suas possíveis soluções começaram a ser pesquisadas e discutidas, em escala mundial, nacional, estadual e municipal.

Com os resíduos sólidos não foi diferente: em 2000, segundo IBGE (2010 a), com relação às formas de disposição final dos resíduos sólidos, apenas 17,3% eram aterros sanitários, sendo 22,3% aterros controlados e 72,3% lixões. E o lixão é considerado uma forma totalmente inadequada de disposição final de resíduos sólidos, pois é onde se costuma ocorrer de queimas a céu aberto, presença de catadores separando os recicláveis de maneira totalmente insalubre, resíduos de serviços de saúde sendo dispostos com resíduos domiciliares sem prévio tratamento, etc.

Esses problemas crônicos, agravados pelo crescimento populacional e de consumismo (consequentemente gerando mais resíduos sólidos) acabou gerando nesses municípios uma problemática ambiental e social de tal maneira que não puderam mais ser ignorados. Além disso, as legislações ambientais cada vez mais restritivas foram e

continuam sendo uma ferramenta importante para os órgãos ambientais fiscalizadores federais e estaduais atuarem de tal maneira a obrigarem os municípios a se adequarem no que tange à gestão e ao gerenciamento de resíduos sólidos.

Além disso, tal é o ganho de importância da questão ambiental que a própria população tem pressionado os municípios a adotarem uma melhor gestão dos resíduos sólidos gerados.

Com a promulgação da Lei Federal nº 12.305/10 regulamentada pelo Decreto nº 7.404/10 espera-se mais do que simplesmente “não cometer mais erros”: espera-se que cada município brasileiro adote um sistema de gestão integrada dos resíduos sólidos, de tal maneira a minimizar os impactos ambientais negativos e maximizar os impactos ambientais positivos, sendo o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos uma oportunidade para os municípios diagnosticarem a situação atual da gestão dos resíduos sólidos, bem como estabelecer metas para atender aos preceitos estabelecidos nas referidas legislações.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

-Diagnosticar a situação atual da gestão dos resíduos sólidos dos municípios do Estado de São Paulo.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

-Levantar a situação atual dos municípios do Estado de SP com relação à elaboração dos Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, nos termos da Lei Federal nº 12.305/10 e Decreto Federal nº 7.404/10.

- Obter, junto aos Planos elaborados, informações de como os municípios têm realizado a gestão dos resíduos sólidos gerados.

- Analisar eventuais dificuldades desses municípios com relação ao cumprimento da Lei Federal nº 12.305/10 e Decreto Federal nº 7.404/10.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Segundo MOREIRA (2004), a revisão bibliográfica serve para posicionar o leitor do trabalho e o próprio pesquisador acerca dos avanços, retrocessos e carência de informações.

A presente revisão bibliográfica abrange definição e classificação dos resíduos sólidos, pontos principais abordados pela Política Estadual de Resíduos Sólidos e Política Nacional de Resíduos Sólidos, com ênfase nos Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS). Em seguida, abordam-se os conceitos de gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, bem como de gestão integrada. Por fim, como a Política e os Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos incluem todos os resíduos elencados no Art. 13 inciso I da Lei Federal nº 12.305/10, buscou-se fazer uma revisão da literatura sobre todos eles, abordando, dentre outros, conceitos, classificação, legislação, panorama da geração, formas de destinação e disposição final.

3.1. Definição e Classificação dos Resíduos Sólidos

A Lei nº 12.305 sancionada em 02 de Agosto de 2010 e regulamentada pelo Decreto nº 7.404 de 23 de dezembro de 2010 define os principais termos relacionados direta e indiretamente aos resíduos sólidos e classifica-os quanto à origem e periculosidade.

De acordo com a referida lei, os resíduos sólidos são definidos da seguinte maneira:

“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 corpos d’ água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível” (BRASIL, 2010 a, p.6).

Pela definição, pode-se verificar que resíduos sólidos são extremamente amplos, mas podem ser classificados conforme determina BRASIL (2010 a):

I-quanto à origem:

a) resíduos domiciliares: os originários de atividades domésticas em residências urbanas;

b) resíduos de limpeza urbana: os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana;

c) resíduos sólidos urbanos: os englobados nas alíneas “a” e “b”;

d) resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos nas alíneas “b”, “e”, “g”, “h” e “j”;

e) resíduos dos serviços públicos de saneamento básico: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos na alínea “c”;

f) resíduos industriais: os gerados nos processos produtivos e instalações industriais;

g) resíduos de serviços de saúde: os gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS;

h) resíduos da construção civil: os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis;

i) resíduos agrossilvopastoris: os gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades;

j) resíduos de serviços de transportes: os originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira;

k) resíduos de mineração: os gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios;

II - quanto à periculosidade:

a) resíduos perigosos: aqueles que, em razão de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, apresentam significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental, de acordo com lei, regulamento ou norma técnica;

b) resíduos não perigosos: aqueles não enquadrados na alínea “a”.

Com relação a periculosidade, convém salientar que a NBR 10004:2004 (ABNT, 2004), adota uma definição mais específica. Ela chama os resíduos perigosos de resíduos classe I e subdivide os resíduos não perigosos em 2 classes: Resíduos classe II A são aqueles resíduos que não se enquadram nas classificações de resíduos classe I –

perigosos ou classe II B- Inertes, podendo ter propriedades, tais como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água; e resíduos classe II B que são quaisquer resíduos que submetidos ao contato dinâmico ou estático com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto cor, turbidez, dureza e sabor.

As normas 10.004 a 10.007: 2004 da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) devem ser adotadas para a realização da classificação dos resíduos sólidos. A NBR 10004:2004 estabelece os critérios para a classificação dos resíduos sólidos, a NBR 10005:2004 explicita o procedimento para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos, a NBR 10.006:2004, por sua vez, explicita o procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos e por fim a NBR 10.007: 2004 aborda como deve ser feita a amostragem em resíduos sólidos.

3.2. Política Nacional e Estadual de Resíduos Sólidos

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), após mais de 20 anos tramitando como projeto de lei no Congresso Nacional, entrou em vigor por meio da Lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010.

Nesse meio tempo, o Estado de São Paulo se adiantou e instituiu a Lei Estadual nº 12.300 de 16 de março de 2006 regulamentada pelo Decreto Estadual nº 54.645 de 05 de agosto de 2009.

Esta Lei estabeleceu, dentre outros, os princípios, os objetivos, instrumentos, definições, classificação dos resíduos, disposições preliminares da gestão dos resíduos sólidos, conteúdo mínimo e exigências dos planos de gerenciamento de resíduos urbanos e industriais. Regulamenta os resíduos urbanos, industriais, especiais, a responsabilidade pós-consumo e sobre áreas contaminadas e degradadas, informações e educação ambiental, responsabilidades e infrações (SÃO PAULO, 2006).

Contemplando aspectos inovadores para a mudança na gestão de resíduos no âmbito estadual, essa política destaca 12 princípios, entre os quais visão sistêmica, gestão integrada e compartilhada, padrões sustentáveis de produção e consumo, princípio da prevenção, destaque na participação, princípio poluidor-pagador, inclusão social, acordos voluntários e instrumentos econômicos (INSTITUTO ETHOS, 2012).

O Art. 20 da Lei Estadual nº 12.300 de 2006 havia estabelecido que os municípios deveriam apresentar, de quatro em quatro anos, o Plano de Gerenciamento de Resíduos Urbanos, definindo seu conteúdo mínimo por meio do § 1º. A Lei Federal nº 12.305 de 2010 estabeleceu que os municípios devem apresentar os PMGIRS, o qual deve incluir todas as categorias de resíduos sólidos gerados no município, não apenas os resíduos urbanos, como previa a Lei Estadual. Em outros termos, pode-se afirmar que a Política Nacional é mais “exigente” que a Política Estadual de Resíduos Sólidos.

O Decreto Estadual nº. 57.817/12 instituiu o Programa Estadual de Implementação de Projetos de Resíduos Sólidos para a realização de ações necessárias à execução da Política Estadual de Resíduos Sólidos, prevendo a elaboração do Plano Estadual de Resíduos Sólidos e o apoio à gestão municipal de resíduos sólidos, às atividades de reciclagem, de coleta seletiva e de melhoria na destinação final dos resíduos sólidos e à educação ambiental para a gestão de resíduos sólidos (SÃO PAULO, 2012). Além disso, convém salientar que o Art 3º do Decreto em questão, em seu inciso I, aponta como objetivo apoiar, por meio de capacitação técnica e planejamento, a elaboração de planos municipais de resíduos sólidos.

A Lei Federal nº 12.305/10 lista os princípios e objetivos da Política Nacional dos Resíduos Sólidos, define quais são os instrumentos dessa política e fornece diretrizes sobre os planos de resíduos sólidos (inclusive os Planos municipais) e os planos de gerenciamento de resíduos sólidos. Define também a responsabilidade dos geradores e poder público, instituição da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, dispõe sobre os resíduos perigosos e proibições. Esta lei tem como um de seus instrumentos os Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos.

3.2.1. Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS)

Segundo o art. 18 da PNRS, a elaboração do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS), é condição para os municípios terem acesso a recursos da União, ou por elas controlados, destinados a empreendimentos e serviços relacionados à limpeza urbana e ao manejo de resíduos sólidos, ou para serem beneficiados por incentivos ou financiamentos de entidades federais de crédito ou fomento para tal finalidade. E terão prioridade no acesso desses recursos os municípios que optarem pelas soluções consorciadas intermunicipais e implantarem coleta seletiva com participação de cooperativas formadas por pessoas físicas de baixa renda.

O Art. 19 apresenta em 19 incisos o conteúdo mínimo que o PMGIRS deve contemplar. Resumidamente os 19 incisos expressam que os PMGIRS devem apresentar as seguintes informações: diagnóstico da situação dos resíduos sólidos gerados no município (origem, volume, caracterização, destinação e disposição final adotadas); identificação de áreas favoráveis para disposição final ambientalmente adequadas de rejeitos; identificação de possibilidades de implantação de soluções consorciadas ou compartilhadas com outros municípios; identificação dos resíduos sólidos e geradores sujeito a plano de gerenciamento específico (nos termos do Art. 20) ou sistema de logística reversa (nos termos do Art. 33); procedimentos operacionais e indicadores de desempenho a serem adotados nos serviços de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos; regra para o transporte e outras etapas do gerenciamento dos resíduos sólidos que trata o Art. 20, definição das responsabilidades; programas e ações de capacitação técnica, educação ambiental e para participação dos grupos interessados; cálculo dos custos e formas de cobranças dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos; metas de redução, reutilização, coleta seletiva e reciclagem, entre outras, com vistas a reduzir a quantidade de rejeitos encaminhados para disposição final ambientalmente adequada; descrição das formas e limites de participação do poder público local na coleta seletiva e logística reversa; meios a serem utilizados para o controle e fiscalização; ações preventivas e corretivas; identificação dos passivos ambientais relacionados a resíduos sólidos e periodicidade de sua revisão.

O MMA (Ministério do Meio Ambiente), visando que os municípios cumpram o disposto na PNRS, publicou o Guia para Elaboração dos Planos de Gestão de Resíduos Sólidos. O guia é dividido em 04 partes, sendo a Parte 4 dedicada exclusivamente a um roteiro para elaboração do plano de gestão integrada de resíduos sólidos. Esta Parte do guia fornece orientações de como contemplar todo o conteúdo mínimo exigido (exposto resumidamente no parágrafo anterior) para elaboração dos PMGIRS, além de fornecer informações existentes na literatura sobre resíduos sólidos, como, por exemplo, dados de geração de resíduos sólidos urbanos em diversos municípios brasileiros.

Além disso, convém citar os seguintes parágrafos do Art. 19 da Lei nº 12.305/10:

“§ 1º O plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos pode estar inserido no plano de saneamento básico previsto no art. 19 da Lei nº 11.445, de 2007, respeitado o conteúdo mínimo previsto nos incisos do caput e observado o disposto no § 2º, todos deste artigo.

§ 2o Para Municípios com menos de 20.000 (vinte mil) habitantes, o plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos terá conteúdo simplificado, na forma do regulamento.

§ 3o O disposto no § 2o não se aplica a Municípios:

I - integrantes de áreas de especial interesse turístico;

II - inseridos na área de influência de empreendimentos ou atividades com significativo impacto ambiental de âmbito regional ou nacional;

III - cujo território abranja, total ou parcialmente, Unidades de Conservação” (BRASIL, 2010 a, p.12).

Assim, temos que todos os municípios com mais de 20.000 habitantes e os com menos de 20.000 habitantes (estes desde que se enquadrem na situação do §3º do Art. 19), deverão ter seu plano elaborado atendendo os 19 incisos do artigo em questão.

O Art. 51 do Decreto nº 7.404 de 23 de dezembro de 2010 define o conteúdo mínimo dos PMGIRS simplificados, aplicáveis aos municípios que possuem população menor que 20.000 habitantes, excetuando-se os enquadrados no § 3º do Art. 19 da Lei nº 12.305/10. O PMGIRS simplificado dispensa a abordagem de alguns itens, a citar: indicadores de desempenho operacional e ambiental, mecanismos de criação de fontes de negócios, emprego e renda mediante valoração de resíduos sólidos, programas e ações de capacitação técnica, meios a serem utilizados para controle e fiscalização e ações preventivas e corretivas.

Assim, todos os municípios brasileiros deveriam elaborar até 02 de agosto de 2012 (prazo dado pelo Art. 55 da Lei Federal 12.305/10) seus planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos.

3.3.Gestão e Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos

Leite (1997) define gestão de resíduos sólidos como “atividades referentes a decisões estratégicas e à organização do setor para esse fim, envolvendo instituições, políticas, instrumentos e meios”.

Ainda, de acordo com o autor, o conceito de gerenciamento de resíduos sólidos

“refere-se aos aspectos tecnológicos e operacionais da questão, envolvendo fatores administrativos, gerenciais, econômicos, ambientais e de desempenho: produtividade e qualidade, por exemplo, e relaciona-se à prevenção, redução, segregação, reutilização, acondicionamento, coleta, transporte, tratamento, recuperação de energia e destinação final de resíduos sólidos” (LEITE, 1997).

Schalch (2002) refere-se à gestão de resíduos sólidos como o conjunto de propostas, princípios, normas e funções que visam estabelecer o controle da produtividade e manejo desses resíduos. De acordo com o autor, pode-se definir gerenciamento de resíduos sólidos o conjunto de ações efetivamente empregadas para atingir os objetivos propostos na gestão.

Já a Lei nº 12.305/10 traz o seguinte conceito de 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” (BRASIL, 2010a, p.2).

Em suma, segundo PUGLIESI (2010), a gestão integrada de resíduos sólidos deve articular basicamente três aspectos fundamentais: arranjos institucionais, instrumentos legais e mecanismos de financiamento que organizem o setor desde o modelo de planejamento e estratégias de atuação culminando em modelos de execução e medidas de controle e minimização dos resíduos.

3.4. Resíduos Sólidos Urbanos

3.4.1. Resíduos Domiciliares

Segundo Tchobanoglaus *et al* (1993), a primeira e uma das mais importantes etapas do gerenciamento dos resíduos sólidos é a fase de geração, sendo definida como etapa na qual se estuda e analisa a quantidade e composição dos resíduos, além de suas variações semanais.

A geração per capita dos resíduos sólidos é bastante variável, dependendo da renda, das condições locais, da época do ano e até de condições climáticas.

De acordo com Monteiro *et al* (2001), acondicionar os resíduos domiciliares significa prepará-los para a coleta de forma sanitariamente adequada, como ainda compatível com o tipo e a quantidade de resíduos.

A forma de acondicionamento dos resíduos sólidos modificou-se ao longo do tempo, assim como o próprio conteúdo e materiais que o compõem. Atualmente, é muito comum nas cidades brasileiras o acondicionamento dos resíduos domiciliares (pequenos volumes) em sacos plásticos específicos ou sacos plásticos de supermercado

(as sacolinhas), que acabam por fazer parte dessa crescente quantidade de lixo gerada nos domicílios (MONTEIRO *et al*, 2001 adaptado por IKUTA, 2010).

A escolha adequada de recipientes para acondicionamento e locais para confinamento dos resíduos pode evitar: acidentes (com lixo infectante ou objetos perfuro-cortantes); proliferação de vetores (moscas, ratos, baratas) e animais perigosos (escorpiões, por exemplo); impacto visual e olfativo (JARDIM *et al*, 1995¹ *apud* IKUTA, 2010). Essa escolha adequada também é importante para facilitar a operação de coleta dos resíduos.

Assim, segundo IKUTA (2010), o acondicionamento é uma etapa importante da gestão dos resíduos sólidos, pois pode influenciar nas operações de coleta, transporte e disposição, bem como na qualidade ambiental urbana.

Em geral, a coleta dos resíduos domiciliares é realizada no sistema porta-a-porta. Para tanto, podem ser utilizados diferentes tipos de veículos, mas é cada vez mais comum o uso de caminhões compactadores que diminuem o volume e permitem transportar quantidades maiores e conseqüentemente percorrer maiores distâncias (IKUTA, 2010).

A característica dos resíduos sólidos podem variar em função de aspectos sociais, econômicos, culturais, geográficos e climáticos, fatores que também diferenciam as comunidades entre si e as próprias cidades. A análise do resíduo pode ser realizada segundo suas características físicas, químicas e biológicas (ARANTES, 2009).

Quanto às características físicas (mais frequentemente levantadas), os resíduos sólidos podem ser classificados em:

- a) Geração *per capita*- relaciona a quantidade de resíduos urbanos gerada diariamente e o número de habitantes de determinada região;
- b) Composição gravimétrica – traduz o percentual de cada componente em relação ao peso total da amostra de resíduo analisada. Os componentes mais comuns são: matéria orgânica, papel, papelão, plástico rígido, metal ferroso, metal não ferroso (menor), alumínio, vidro, borracha, couro, panos e trapos.
- c) Peso específico aparente- é o peso do resíduo solto em função do volume ocupado livremente, sem qualquer compactação, expresso em Kg/m³.
- d) Teor de umidade- quantidade de água presente no resíduo, medida em percentual do seu peso.

¹ JARDIM, N. S. (coord.) **Lixo Municipal: Manual de gerenciamento integrado**. São Paulo: IPT/CEMPRE, 1995.

- e) Compressividade- grau de compactação ou a redução do volume que uma massa de lixo pode sofrer quando compactada (ARANTES, 2009).

No que tange à composição gravimétrica, ou caracterização física dos resíduos sólidos, a NBR 10.007: 2004 define os principais métodos de amostragem de resíduos sólidos, sendo que o método mais comum de amostragem para obtenção de caracterização física dos resíduos envolve o método do quarteamento (descrito no item 3.4.1.1.)

Com relação às formas de destinação dos resíduos sólidos, o Art. 3º da Lei Federal nº 12.305/10 em seu inciso VII apresenta a seguinte definição:

“destinação final ambientalmente adequada: destinação de resíduos que inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações...” (BRASIL, 2010 a, p.2).

A reciclagem é o processo de transformação físico-química de resíduos em matéria-prima para novos produtos, mercadorias, que podem ser novamente utilizadas. A reciclagem ocorre por meio do processamento industrial e sua definição aplica-se principalmente aos materiais que compõem os objetos pós-consumo (comercializado, consumido e descartado), denominados de resíduos sólidos recicláveis (IKUTA, 2010).

A reciclagem se completa quando o material torna-se matéria-prima para a produção de outros objetos, que podem ser diferentes daquele do qual ele procede. As embalagens de plástico, por exemplo, são moídas, lavadas, separadas de acordo com o material, para depois passarem pela extrusora, para então se tornarem matéria-prima (IKUTA, 2010).

A compostagem é o processo exotérmico de decomposição da matéria orgânica realizado na presença de oxigênio por uma população diversificada de microrganismos, em condições controladas de aeração, umidade, temperatura, disponibilidades de nutrientes e pH. No processo, parte da matéria orgânica é utilizada pelos microrganismos para crescimento populacional, parte é volatilizada (umidade e gás carbônico) e parte é transformada em húmus, caracterizado pela presença de grande quantidade de substâncias orgânicas decompostas ou em decomposição, sais minerais e ausência de organismos patogênicos (KIEHL, 1998).

Segundo D' ALOIA (2011), o processo é influenciado por diversos parâmetros, tais como microrganismos (número, espécies), aeração, umidade (umidade recomendada entre 40 e 60%), temperatura, nutrientes e pH. Também influenciam a

compostagem a granulometria das partículas da matéria orgânica e a dimensão e o formato das pilhas de resíduos (leiras).

Já a recuperação energética dos RSU experimenta dois caminhos bastante distintos. Por um lado, em razão do elevado teor de matéria orgânica na composição gravimétrica dos RSU, observa-se a possibilidade de emprego da digestão anaeróbia, processo que resulta na geração de metano, gás combustível que pode ser empregado em processos de geração de energia termoelétrica ou como combustível veicular. Comumente, a digestão anaeróbia pode ser realizada em aterros sanitários ou em reatores anaeróbios projetados para otimizar a eficiência do processo (D' ALOIA, 2011).

O outro caminho reside na decomposição térmica, processo que comporta, além da fração orgânica, outras frações combustíveis presentes no RSU, como papéis e plásticos. A decomposição térmica compreende uma gama de tecnologias nas quais a oxidação térmica controlada resulta em geração de sólidos, líquidos e gases combustíveis. Comumente dividem-se os processos entre aqueles que sintetizam combustíveis (pirólise, gaseificação e liquefação) que por uma série de fatores, se fazem mais recomendáveis aos resíduos agroflorestais e industriais, e os que combinam a síntese de combustíveis com a combustão (incineração). Nestes últimos, o calor gerado pode ser recuperado em trocadores de calor, sendo a energia acumulada empregada em sistemas de aquecimento residencial, industrial e geração de energia elétrica (D' ALOIA, 2011).

Com relação à disposição final o inciso VIII do Art. 3º da Lei nº 12.305/10 determina:

“disposição final ambientalmente adequada: distribuição ordenada de rejeitos em aterros, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos”

De acordo com CONSONI *et al* (2010), são conhecidas quatro formas de disposição final de resíduos domiciliares: lixão, aterro controlado, aterro em valas e aterro sanitário.

Segundo D'ALOIA (2011), considerado inadequado, o lixão é o local utilizado para descarga sistemática de resíduos no solo sem observação de medidas de controle ambiental ou sanitário, acarretando problemas, tais como: proliferação de vetores de doenças, geração de maus odores, poluição de mananciais subterrâneos e superfícies

pela infiltração de chorume, emissão de metano, presença de pessoas ou animais e ausência de controle de disposição de resíduos.

O aterro controlado visa à minimização dos impactos da disposição dos RSU no solo, pois busca confiná-los em uma área, reduzindo a dispersão da poluição decorrente, e executar a cobertura dos resíduos no final de cada jornada. Todavia, em geral, não apresenta impermeabilização da base para interceptação do percolado, tampouco sistemas de controle de emissões de metano junto ao biogás (D'ALOIA, 2011).

O aterro em valas consiste no preenchimento de valas escavadas com dimensões apropriadas, onde os resíduos são depositados sem compactação e sua cobertura com solo é realizada manualmente (SMA, 2005).

O aterro sanitário é uma técnica de disposição final de resíduos sólidos urbanos no solo, sem causar danos à saúde pública e à sua segurança, utilizando-se princípios de engenharia, de tal modo a confinar o lixo no menor volume possível, cobrindo-o com uma camada de terra ao fim de cada dia, ou conforme necessários (ABNT, 1992).

3.4.1.1. Panorama dos resíduos domiciliares no Brasil: geração, caracterização e disposição final.

Segundo a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – PNSB (IBGE, 2010 a), em 2008, 61,2% das prestadoras dos serviços de manejo dos resíduos sólidos eram entidades vinculadas à administração direta do poder público; 34,5%, empresas privadas sob o regime de concessão pública ou terceirização; e 4,3%, entidades organizadas sob a forma de autarquias, empresas públicas, sociedades de economia mista e consórcios.

Com relação às formas de disposição final dos resíduos sólidos, a Tabela 1 ilustra quais eram as formas de disposição final em porcentagem, levantadas nos anos de 1989, 2000 e 2008:

Tabela 1: Destino Final dos resíduos sólidos, por unidades de destino dos resíduos (%)

Ano	Vazadouro a céu aberto	Aterro controlado	Aterro sanitário
1989	88,2	9,6	1,1
2000	72,3	22,3	17,3
2008	50,8	22,5	27,7

Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 1989/2008.

As Regiões Nordeste e Norte registraram as maiores proporções de destinação desses resíduos aos lixões – 89,3% e 85,5%, respectivamente – enquanto os localizados nas Regiões Sul e Sudeste apresentaram, no outro extremo, as menores proporções – 15,8% e 18,7%, respectivamente.

Os lixões além de causar graves problemas ambientais, costumam estar associados a um grave problema social: a presença de catadores.

Ferreira e Anjos (2001) consideram que ao remexerem os resíduos dispostos a céu aberto à procura de materiais que possam comercializar ou servir de alimentos, os catadores estão expostos a todos os tipos de riscos de contaminação presentes nos resíduos. Além dos riscos à sua integridade física por acidentes causados pelo manuseio dos mesmos e pela própria operação dos vazadouros ou aterros. Essa população, que normalmente vive próxima a esses locais, é vítima e também serve de vetor para a propagação de doenças originadas dos impactos dos resíduos, uma vez que pode transmitir doenças para pessoas com quem tem contatos.

Com relação ao levantamento da forma de disposição final dos resíduos sólidos nos municípios do Estado de São Paulo, a CETESB tem publicado anualmente o Inventário de Resíduos Sólidos Domiciliares do Estado de São Paulo. O mais recente tem como ano-base o ano de 2011 (CETESB, 2012). A metodologia utilizada no inventário encontra-se descrita a seguir:

- Para elaboração do Inventário, todas as instalações de tratamento e disposição final de resíduos sólidos domiciliares em operação no Estado de São Paulo são periodicamente inspecionadas pelos técnicos das Agências Ambientais da CETESB;
- As informações coletadas nas inspeções de cada instalação de tratamento e/ou disposição final de resíduos são processadas a partir da aplicação de um questionário padronizado, constituído de 3 partes relativas às características locais, estruturais e operacionais. As informações permitem apurar o IQR- Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos, o IQR-valas- Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos em Valas e o IQC- Índice de Qualidade de Usinas de Compostagem, cujas pontuações variam de 0 a 10 (conforme Quadro 1);
- O IQR é um índice fundamentado, que leva em consideração a situação encontrada em inspeção técnica, permite efetuar um balanço confiável das condições ambientais, diminuindo eventuais distorções devidas à subjetividade na análise dos dados, além de possibilitar a comparação entre as instalações existentes no Estado;

Quadro 1: Enquadramento das condições das instalações de tratamento e/ou destinação final de resíduos domiciliares em função do IQR, IQR- valas e IQC.

IQR/IQR-valas/IQC	ENQUADRAMENTO
0,0 a 6,0	Condições Inadequadas (I)
6,1 a 8,0	Condições Controladas (C)
8,1 a 10,0	Condições Adequadas (A)

Fonte: CETESB (2012)

- Além disso, os índices utilizados para apurar a quantidade de resíduos gerada consideram, apenas, os resíduos de origem domiciliar, ou seja, aqueles produzidos nas residências, em pequenos estabelecimentos comerciais e em empreendimentos de pequeno porte destinados à prestação de serviços;
- Nestas condições, o Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Domiciliares deve ser utilizado como um instrumento de acompanhamento das condições ambientais e sanitárias dos locais de tratamento e disposição final dos resíduos sólidos domiciliares e não como fonte de informações sobre as quantidades de resíduos efetivamente gerados nos municípios.

Os resultados do IQR levantados pelo inventário estão expressos na tabela 2:

Tabela 2: Enquadramento do IQR dos municípios do Estado de SP

Enquadramento	Nº de municípios do Estado de SP	%
Condições Inadequadas (I)	23	3,6
Condições Controladas (C)	200	31,0
Condições Adequadas (A)	422	65,4
Total	645	100

Fonte: CETESB (2012)

O inventário também apresenta, conforme tabela 3, a distribuição do IQR médio-2011, por municípios classificados por número de habitantes e correspondente quantidade de resíduos gerados.

Tabela 3: Distribuição do IQR médio-2011, por municípios classificados por número de habitantes e correspondente quantidade de resíduos gerados.

População do município (habitantes)	IQR média de 2011	Quantidade de municípios	Resíduos gerados (t/dia)	% de resíduos
Até 100.000	8,3	572	3.791	14
De 100.001 a 200.000	8,4	34	2.196	8
De 200.001 a 500.000	8,8	30	5.150	20
Maior que 500.001	8,6	9	15.112	58
Total		645	26.249	100

Fonte: CETESB (2012)

FRÉSCA (2007) desenvolveu sua pesquisa de mestrado, cujo título é o “Estudo da geração de resíduos sólidos domiciliares no município de São Carlos-SP, a partir da caracterização física” e esta pesquisa envolveu a realização de caracterização física de resíduos domiciliares do município de São Carlos, cuja metodologia utilizada encontra-se resumida a seguir:

-2 caracterizações físicas por setor: uma no inverno e outra no verão, como o município na época dividia a coleta regular do município em 15 setores, portanto, ao todo foram feitas 30 caracterizações físicas;

-Em cada caracterização física:

- Amostra significativa: caminhão escolhido despejava separadamente aproximadamente 10t de resíduos;
- Deste total foram espalhados e misturados todos os resíduos, manualmente e com a mistura de uma pá-carregadeira. Posteriormente, foram escolhidos pontos aleatórios, que serviram para compor a amostra composta;
- Formou-se um monte de 400 kg sobre a lona plástica. Manualmente os sacos plásticos foram rasgados, os resíduos misturados e espalhados na lona plástica, tornando-se uma amostra homogênea;

- Depois de bem misturados, foram separados quatros montes de aproximadamente 100 kg cada. Para cada monte, foi feita mistura manual novamente. Para cada monte de 100 kg, foi feito o processo de quarteamento, separando-os em quatro montes e desprezando metade, ficando oito montes de 25 kg;
- O total de 200 kg de resíduos sólidos domiciliares que restaram, foi espalhado na lona plástica para serem separados em matéria orgânica (restos de alimentos, folhas, vegetais e outros materiais encontrados), papel e papelão (derivados de celulose), plásticos filmes, plásticos duro, alumínio e metal, vidro, embalagem longa vida (tetra pak) e outros. Depois de separados, os materiais foram colocados em sacos brancos leitosos para serem pesados.

Os resultados das caracterizações físicas realizadas por FRÉSCA (2007) estão representadas na tabela 4:

Tabela 4: Caracterização física mássica de resíduos domiciliares de São Carlos, SP, da coleta convencional

	Estação Inverno		Estação Verão		Média
Tipo de Resíduo	Massa (kg)	%	Massa (kg)	%	%
Matéria orgânica	136,2	60,6	122,61	58,11	59,08
Papel e Papelão	15,02	6,78	13,02	6,1	6,44
Tetra Pak	2,01	0,91	2,05	0,96	0,94
Vidro	3,49	1,64	3,64	1,7	1,67
Metal e					
Alumínio	2,75	1,23	2,93	1,38	1,31
Plástico Rígido	6,13	2,76	6,22	2,92	2,84
Plástico Filme	14,42	6,43	12,5	8,84	7,63
Outros	41,24	18,16	46,92	22,02	20,09
Total	225,37	100	211,79	100	100

Fonte: FRESCA (2007)

- FRÉSCA (2007) comenta que a categoria “outros” é representada principalmente pelos rejeitos, no entanto, em função da homogeneização dos materiais tornou-se

impossível a separação de todos os tipos de materiais, desta forma houve outros tipos de materiais como plásticos, matéria orgânica, entre outros;

O referido autor compara os seus resultados com a caracterização física feita anteriormente por outro autor, conforme Tabela 5:

Tabela 5: Comparativo de caracterização física obtidas dos resíduos domiciliares do município de São Carlos-SP

Tipos de resíduos	Gomes, 1989	Frésca, 2007
Matéria Orgânica	56,70%	59,08%
Papel e Papelão	21,30%	6,44%
Plásticos	8,50%	10,47%
Metal e Alumínio	5,40%	1,31%
Vidro	1,40%	1,67%
Tetra Pak	0,00%	0,94%
Rejeitos/Outros	6,70%	20,09%

Fonte: FRÉSCA (2007)

E justifica que as percentagens menores de papel e papelão e metal e alumínio encontradas em seu trabalho se deve à realização da coleta seletiva, que desvia esses materiais que acabariam sendo dispostos em aterro sanitário, portanto, diminuiria a vida útil do mesmo.

3.4.2. Resíduos de Limpeza Pública

Segundo definição da PNRS são os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana. Podem ser subdivididos em 2 categorias: resíduos de varrição e resíduos de poda e capina.

3.4.2.1. Resíduos de Varrição

De acordo com a NBR 12980:1993 (ABNT, 1993), varrição é o ato de varrer de forma manual e/ou mecânica as vias, calçadas, sarjetas, escadarias, túneis e logradouros públicos em geral, pavimentados.

A varrição mecânica ocorre, geralmente, em grandes centros urbanos. É indicada para situações especiais que colocam em risco a vida dos trabalhadores tais como: pistas de trânsito rápido, túneis e viadutos. Apresenta melhores resultados em vias urbanas de

grande extensão, em condições favoráveis de pavimentação (asfalto). Já a varrição manual, bastante utilizada no Brasil, é um dos serviços da limpeza urbana que exige elevado número de trabalhadores e de materiais para a sua execução e, portanto, requer a elaboração de projeto específico com ajustes e expansões constantes. Qualquer que seja o método utilizado, a execução deste serviço é fundamental para a beleza e desenvolvimento turístico da cidade, além de promover a segurança do tráfego, prevenir doenças e evitar o entupimento do sistema de drenagem das águas pluviais (ReCESA, 2009).

A coleta e o transporte de resíduos da varrição manual podem ser realizados por equipe e por caminhão exclusivo para tal finalidade, ou executados pelo sistema convencional.

Nos municípios brasileiros é comum a realização de feiras em logradouros públicos. A limpeza destes locais deve ter início tão logo a feira termine para impedir o espalhamento dos detritos pelo vento, controlar os odores (principalmente se houver comércio de pescado) e para encerrar a atividade o mais rápido possível, liberando o local para o trânsito e circulação dos moradores (ReCESA, 2009).

Em municípios pequenos, onde são poucas as feiras livres realizadas, varredores ou outros trabalhadores braçais do departamento são deslocados para a sua limpeza. Entretanto, em cidades maiores onde existem diversas feiras livres, realizadas diariamente em diferentes bairros, é necessária a contratação de trabalhadores permanentes, somente para esse propósito (ReCESA, 2009).

3.4.2.2. Resíduos de poda e capina

Todas as cidades, sejam elas grandes ou pequenas, possuem áreas verdes, praças, parques, reservas florestais, gramados, vias arborizadas. Todas com um propósito seja ele de lazer, paisagístico, permeabilidade, qualidade de vida, etc. Tais áreas acabam por criar uma necessidade de podas regulares, as quais dão origem aos resíduos orgânicos verdes, mais conhecidos como resíduos de poda e capina, que devem ser adequadamente destinados pelo poder público (QUEIROZ, 2007).

O conhecimento das características das espécies mais utilizadas na arborização de ruas, das técnicas de poda e das ferramentas corretas para a execução da poda permite que esta prática seja feita de forma a não danificar a árvore. Entretanto, a poda sempre será uma agressão à árvore. Sempre deverá ser feita de modo a facilitar a

cicatrização do corte. Caso contrário, a exposição do lenho permitirá a entrada de fungos e bactérias, responsáveis pelo apodrecimento de galhos e tronco, e pelo aparecimento de ocos (MARTO, 2006).

Em sua tese de doutorado, MEIRA (2010) verificou que no município de Piracicaba, os motivos citados para podar as árvores foram: 70% condução das espécies, danos à fiação (19%), afloramento de calçada (4%), doenças (2%), outros 5%.

As operações de poda e remoção da arborização urbana geram resíduos na forma de galhos, ramos, folhas, sementes, frutos, fustes e raízes. De acordo com a Política Estadual de Resíduos Sólidos, Lei nº. 12.300 (SÃO PAULO, 2006), regulamentada pelo Decreto Estadual nº 54645/2009, esses resíduos são classificados como resíduos urbanos. Segundo esta mesma Lei, os resíduos urbanos devem ser destinados aos aterros sanitários.

Os materiais lignocelulósicos, como a madeira, são constituídos principalmente pela mistura de em torno de 40% de celulose, 20 a 30% de hemicelulose e 20 a 30% de lignina. Eles constituem a maior parte da biomassa terrestre e, conseqüentemente, sua degradação é essencial para o desenvolvimento do ciclo do carbono (TUOMELA *et al*, 2000).

No entanto, diversos municípios do país encontram dificuldades para a destinação, devido ao seu grande volume e às características que inviabilizam a compactação e aumentam o risco de combustão (MEIRA, 2010).

Além disso, a vida útil dos aterros fica reduzida, em virtude da degradação lenta e do grande volume dos resíduos, e o risco nas operações do aterro, com máquinas, aumentam. O aterramento destes resíduos, além do desperdício de materiais lignocelulósicos, gera um custo que poderia ser evitado para o município (MEIRA, 2010).

Um dos maiores problemas enfrentados pelos aterros sanitários é a produção do lixiviado, conhecido como chorume, e que provêm da parte orgânica dos resíduos e das águas pluviais que infiltram pela massa de resíduos sólidos. Esse líquido apresenta baixa degradabilidade e, portanto, acaba virando um problema quando a questão envolvida é seu tratamento (QUEIROZ, 2007).

Segundo Queiroz (2007), uma alternativa para que esses resíduos orgânicos não cheguem até os aterros sanitários é a compostagem, que transforma esses resíduos em produtos que podem ser reaproveitados de maneira segura.

Portanto, a compostagem dos resíduos orgânicos diminui a quantidade de chorume gerada e aumenta a vida útil nos aterros sanitários, além de produzir um composto útil na agricultura como condicionador de solos.

Hoje em dia, o aproveitamento dos resíduos florestais tem sido mais comumente realizado das seguintes formas (VALE *et al*, 2005; MEIRA, 2010):

- Adubo: serragem em geral e madeira sólida picada. É usada *in natura* ou, após etapas de compostagem, para a proteção do solo e como adubo, incluindo a cama de galinha usada;
- Cama de animais: serragem em geral, de preferência macia, para contato com os animais. Após o uso, a serragem suja com estrume pode ser usada como adubo;
- Carvão e combustíveis: pontas, tocos, sobras, rejeitos, costaneiras, cascas e galhos utilizados em processos industriais para a produção de carvão, álcool, metanol e gás combustível;
- Energia elétrica: pontas, tocos, sobras, rejeitos, costaneiras, cascas e galhos, bem como briquetes, são utilizados como lenha em usinas termoeletricas para a obtenção de energia elétrica. Contudo, há o problema da emissão de poluentes na atmosfera;
- Energia térmica: pontas, tocos, sobras, rejeitos, costaneiras, cascas, galhos e briquetes, usados na queima para obtenção de calor em fornos de padarias, pizzarias, olarias e em caldeiras industriais. Também há o problema da emissão de poluentes na atmosfera;
- Extração de óleos e resinas: serragem em geral, utilizada para a extração industrial de óleos e resinas para uso como combustível, resinas plásticas, colas e essências;
- Madeira reconstituída: serragem em geral, usada na fabricação de chapas de madeira reconstituída.

Outra solução encontrada para o aproveitamento seria a produção de pequenos objetos de madeira, tais como: artigos domésticos, peças decorativas, brinquedos, objetos de uso pessoal, equipamentos esportivos, assim como objetos artesanais, proporcionando renda e diminuindo o desperdício dessa valiosa matéria-prima, a madeira (STERNADT, 2002).

No Brasil, em média de 25,5% da energia necessária para gerar o calor das caldeiras e fornos das indústrias, vem da biomassa (extração vegetal de diversos gêneros, como a lenha – que algumas vezes são adquiridas ilegalmente - e o bagaço de cana) (MACCARINI, 2007).

MEIRA (2010) obteve em sua tese de doutorado a seguinte porcentagem de resíduos de poda por classe diamétrica, gerados no município de Piracicaba: 69% entre

0 e 8 cm; 18% entre 8,1 a 15cm; 8% entre 15,1 cm e 25cm e 5% maior que 25 cm. O diâmetro mínimo para o aproveitamento dos resíduos para a produção de lenha considerados foi de 8 cm. Os resultados da análise quantitativa em função da classe diamétrica dos resíduos indicam que, cerca de 31% desses materiais, poderiam ser utilizados como lenha em olarias, padarias, pizzarias e outros locais que requeiram este tipo de fonte energética. Com relação aos 69% restantes (ralhos e galhos finos de diâmetro inferior a 8 cm), a autora identificou a compostagem como uma das principais possibilidades para a destinação dos resíduos da arborização urbana.

3.5. Resíduos de Estabelecimentos Comerciais e Prestadores de Serviços

Esta categoria de resíduos envolve uma série de estabelecimentos geradores, presentes em todos os municípios e de maneira totalmente difusas, tais como: oficina mecânica, auto-elétrica, posto de combustível, funilaria, lava-rápido, lavanderia, escritórios, shoppings centers, lojas, mercado municipal, etc. A lista é incrivelmente extensa e foge do escopo desse trabalho mencionar e analisar todos os empreendimentos situados nessa categoria.

Verificou-se a existência de poucos trabalhos na literatura que retratassem a gestão de resíduos sólidos especificamente desse tipo de gerador, devido ao fato, provavelmente, de que a grande maioria dos resíduos de origem comercial são coletados e tratados junto com os domiciliares. IKUTA (2010) chegou a uma conclusão similar.

Empiricamente em escritórios, bancos, lojas, shoppings centers há um grande potencial de reciclagem dos resíduos gerados (papel, papelão, plástico e metal). Com relação ao óleo lubrificante gerado principalmente em oficina mecânica e postos de combustíveis, este resíduo devem ser objeto de logística reversa conforme prevê o art. 33 da Lei 12.305/10. O mesmo se aplica às baterias geradas nas auto-elétricas e oficinas mecânicas.

3.6. Resíduos de Serviços Públicos de Saneamento Básico

A Lei Federal nº 11.445 de 05 de janeiro de 2007 estabelece diretrizes nacionais para o Saneamento Básico. O inciso I do Art 3º define resumidamente que Saneamento básico é o conjunto de serviços, infra-estruturas e instalações operacionais de:

abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, resíduos sólidos e drenagem (BRASIL, 2007).

Assim os resíduos de serviços públicos de saneamento básico podem ser subdivididos em aqueles gerados em Estação de Tratamento de Água (ETA), Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) e Drenagem de Águas Pluviais.

3.6.1. Lodo de ETA

Em relação ao abastecimento de água, segundo IBGE (2010 a), 5.531 dos 5.564 municípios brasileiros, ou seja, 99,4% deles possuíam serviços de abastecimento de água, por rede geral de distribuição, em 2008. O conjunto dos 5.531 municípios brasileiros com abastecimento de água por rede geral totalizava, em 2008, mais de 40 milhões de ligações, das quais 84,2% dispoñdo de medidores de consumo.

A água a ser utilizada para abastecimento pode vir da captação superficial ou subterrânea.

Segundo BIDONE, SILVA & MOTA (2001) para a água coletada nos mananciais ser potável é necessário remover impurezas coloidais e em suspensão existentes na forma de materiais inertes como a areia e outros solos, pedaços de vegetais, organismos vivos e partículas dissolvidas desses materiais, responsáveis pela cor e turbidez da água, daí a necessidade de serem criadas Estações de Tratamento de Água.

Os principais tipos de estações de tratamento de água (ETAs) empregados no Brasil são classificados como tradicionais ou convencionais de ciclo completo. Estas estações visam à remoção de turbidez, cor, microrganismos, odor, ferro e manganês e, constituem-se de: unidade de mistura rápida; floculadores; decantadores ou flotoadores; filtros; unidades de desinfecção e unidades de correção de pH (SOUZA; BARROSO; CORDEIRO, 2004).

Tradicionalmente, no Brasil, a maior preocupação tem sido em relação aos resíduos gerados em estações de tratamento de esgoto (ETEs) e pouco tem sido discutido em relação aos rejeitos gerados em estações de tratamento de água de abastecimento (ETAs). Ressalta-se que, segundo dados da ABES, existem cerca de 7.500 estações de ciclo completo ou convencionais das mais diversas capacidades. Esses sistemas geram rejeitos nos decantadores e filtros (CORDEIRO, 2001).

Os rejeitos de ETAs são compostos basicamente de partículas do solo, material orgânico carreado para água bruta, subprodutos gerados da adição de produtos químicos e água. A quantidade de lodo produzida em determinada ETA dependerá de fatores como: partículas presentes na água bruta, que conferem turbidez e cor à mesma; concentração de produtos químicos aplicados ao tratamento; tempo de permanência do lodo nos tanques; forma de limpeza dos mesmos; eficiência da sedimentação; entre outros (CORDEIRO, 2001).

Em termos volumétricos, a maior quantidade de resíduos é proveniente da lavagem de filtros, mas, em termos mássicos, a maior quantidade de lodo produzido é gerada nas descargas de decantadores ou na remoção da espuma acumulada nas unidades de flotação (GUIMARÃES, 2007).

À medida que a descarga direta dos lodos resultantes do tratamento da água nos corpos receptores começou a ser proibida em muitos países, foram sendo desenvolvidos e aplicados métodos para reduzir os volumes a serem dispostos e recuperar o alumínio e técnicas alternativas de utilização do lodo. Entre os métodos mais comumente utilizados para melhorar as condições dos lodos para disposição final, podem ser citados a desidratação natural em lagoas e leitos de secagem e o adensamento mecânico em centrífugas, concentradores por gravidade de dupla célula, filtros a vácuo, filtros-prensa de placas ou de esteiras e leitos de secagem a vácuo (BIDONE; SILVA; MARQUES, 2001).

As alternativas para disposição final são muitas, sendo que o método mais comumente empregado é a disposição em aterros sanitários. Contudo, para o transporte dos resíduos ser viável economicamente, ou mesmo para tornar possível sua disposição no solo, é necessário remover água desses resíduos até valores aceitáveis. Segundo Kawamura (2000)² *apud* GUIMARÃES (2007), essa meta seria um teor de sólidos no mínimo entre 20% e 25%, sendo que alguns aterros sanitários exigem teores de sólidos acima de 40%.

Segundo COSTA (2011), existem várias alternativas de disposição final do lodo de ETA que dependem de maneira geral, da viabilidade técnica econômica e ambiental. Entre estas alternativas, aquelas que são usualmente utilizadas são: o lançamento em cursos d' água, a aplicação direta no solo, o aterro sanitário, a incineração, a incorporação ao concreto como agregado e a fabricação de tijolos cerâmicos.

² Kawamura, S. (2000). *Integrated Design and Operation of Water Treatment Facilities*. John Wiley & Sons, Inc., New York, E.U.A., 691p.

Ressalta-se também que o lançamento dos resíduos do tratamento de água na rede coletora de esgotos, embora seja possível, deve ser avaliado em termos dos impactos na estação de tratamento de esgotos e em relação a aspectos hidráulicos da rede coletora.

COSTA (2011) em sua pesquisa realizou ensaios de lixiviação e solubilização dos lodos da ETA de Mirassol-SP, cujos resultados classificaram os lodos como classe IIA (Não perigosos e não inertes). Estimou que a geração de lodo nessa ETA é de aproximadamente 10 t/mês. E o autor chegou à conclusão, por meio de ensaios de compressão axial e compressão diametral que o lodo da ETA Mirassol pode ser aproveitado como agregado miúdo na confecção de concretos para recomposição de calçadas.

3.6.2. Lodos de ETE

Segundo IBGE (2010a), pouco mais da metade dos municípios brasileiros (55,2%) tinham serviços de esgotamento sanitário por rede coletora, em 2008. Essa proporção nacional é bem inferior comparado a de municípios com rede geral de distribuição de água (99,4%), manejo de resíduos sólidos (100%) e manejos de águas pluviais (94,5%). O Estado de São Paulo foi a Unidade Federativa que mais apresentou municípios (99,8%) com rede coletora de esgoto. A pesquisa ressalta que a estatística de acesso à rede coletora de esgoto refere-se apenas à existência do serviço no município, sem considerar a extensão da rede, a qualidade do atendimento, o número de domicílios atendidos, ou se o esgoto, depois de recolhido, é tratado. Com relação à proporção de domicílios com acesso à rede geral de esgoto passou de 33,5% em 2000 para 44,0% em 2008.

Com relação ao tratamento de esgoto, IBGE (2010a) aponta um resultado mais alarmante: apenas 28,5% dos municípios brasileiros fizeram tratamento de seu esgoto (foi considerado o município em que pelo menos um distrito, mesmo que apenas parte dele, tem tratamento de esgoto). Esse índice é maior no Estado de São Paulo (78,4% dos municípios possuíam tratamento de esgoto em 2008) e menor no Estado de Maranhão (apenas 1,4% dos municípios possuíam tratamento de esgoto em 2008).

A Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) é fator primordial para a preservação do meio ambiente e para a melhoria da qualidade de vida nas áreas urbanas, pois é por meio do correto tratamento dos efluentes sanitários gerados que o aspecto estético, a

saúde pública e a vida aquática nos corpos de água serão garantidas (JORDÃO E PESSOA, 2005).

O tratamento das águas servidas, residuárias ou esgotos, coloca o homem frente a um novo problema: o lodo. De acordo com Metcalf e Eddy (2003), entre os subprodutos resultantes do tratamento de esgotos, o lodo tem maior volume e requer difícil tratamento e disposição final e, por isso, constitui-se em um problema complexo, pois: (1) o lodo é formado, principalmente, pelas substâncias responsáveis pelo caráter desagradável das águas residuárias não tratadas; (2) a fração do lodo a ser disposta, gerada no tratamento biológico do esgoto, está composta, principalmente, pela matéria orgânica nela presente, mesmo que em forma diferente da original, a qual também está sujeita a processos de decomposição que podem ser indesejáveis; e (3) só uma pequena parte do lodo é composta por matéria sólida, pois sua maior parte é líquida.

A disposição final adequada desse resíduo efetiva os benefícios do processo de tratamento das águas residuárias, evitando problemas sanitários e ambientais e possibilitando menores custos de captação e tratamento de água bruta (Pegorini *et al.*, 2003).

No Brasil, não há dados consistentes sobre a produção e disposição final de lodo de esgoto. Desse modo, os dados existentes são obtidos por meio de estimativas sobre a população beneficiada com os serviços de coleta e tratamento de esgoto. Se todo esgoto produzido pelos habitantes, no ano de 2001, beneficiados por sistemas de esgotamento sanitário no Brasil recebessem tratamento, a produção de lodo aproximada seria de 90.000 a 350.000 t/dia de lodo líquido a ser tratado e 9.000 a 13.000 t/dia de lodo desaguado a ser disposto (von Sperling e Andreoli, 2001).

Segundo Von Sperling e Gonçalves (2001), nem todos os sistemas de tratamento de esgotos necessitam do descarte contínuo de lodo. Alguns sistemas de tratamento conseguem armazenar o lodo por todo horizonte de operação da estação (ex.: lagoas facultativas), outros permitem um descarte apenas eventual (ex.: reatores anaeróbios) e outros requerem uma retirada contínua ou bastante frequente (ex.: lodos ativados). As diversas etapas de tratamento de esgoto dão origem a subprodutos sólidos, sendo que todos os processos têm início no tratamento preliminar, dando origem necessariamente a material gradeado. No Quadro 2 são mostradas as características peculiares de cada tratamento e os subprodutos gerados.

Quadro 2: Origem e descrição dos principais subprodutos gerados no tratamento de esgotos.

Subproduto sólido	Origem	Descrição
sólidos grosseiros	grade	sólidos orgânicos e inorgânicos, com dimensões superiores ao espaço livre entre as grades.
areia	desarenador	compreende os sólidos inorgânicos mais pesados, que sedimentam com velocidades relativamente elevadas.
escuma	desarenador; decantador primário e secundário; lagoas de estabilização; reator anaeróbio	materiais flutuantes raspados da superfície, contendo graxa, óleos vegetais e minerais, sabões, cascas de vegetais, cabelo, papel, etc
lodo primário	tanque séptico; decantador primário	são os sólidos removidos por sedimentação. Normalmente é cinza e tem odor ofensivo.
lodo biológico aeróbio (não estabilizado)	lodos ativados convencional; reatores aeróbios com biofilmes- alta carga	compreende a biomassa de microorganismos aeróbios gerada às custas da remoção da matéria orgânica dos esgotos.
lodo biológico aeróbio (estabilizado)	lodos ativados- aeração prolongada; reatores aeróbios com biofilmes- baixa carga	constituído por micro-organismos aeróbios que crescem e se multiplicam às custas da remoção da matéria orgânica dos esgotos brutos.
lodo biológico anaeróbio (estabilizado)	lagoas de estabilização; reatores anaeróbios.	a biomassa anaeróbia também cresce e se multiplica às custas da matéria orgânica. O lodo não requer uma etapa de digestão posterior para ficar retido um longo tempo.
lodo químico	decantador primário com precipitação química. Lodos ativados com precipitação química de fósforo.	resultante da precipitação química com sais metálicos ou com cal. A taxa de decomposição do lodo químico nos tanques é menor que a do lodo primário.

Fonte: VON SPERLING (2005) adaptado pelo autor.

De acordo com VON SPERLING (2005) as principais etapas do gerenciamento do lodo, com os respectivos objetivos e principais processos são:

- Adensamento ou espessamento: remoção da umidade (redução do volume). O adensamento pode ser por gravidade, flotação, centrífuga e filtro-prensa de esteiras;
- Estabilização: remoção da matéria orgânica (redução de sólidos voláteis). A estabilização pode ser dar por digestão anaeróbia, digestão aeróbia, tratamento térmico e estabilização química;
- Condicionamento: preparação para desidratação (principalmente mecânica), por meio da adição de produtos químicos (coagulantes, polieletrólitos) para aumentar sua aptidão ao desaguamento e melhorar a captura de sólidos nos sistemas de desidratação do lodo. Os principais processos são condicionamento químico e condicionamento térmico;

- Desaguamento ou desidratação: remoção da umidade (redução do volume). Pode ser realizada por métodos naturais ou mecânicos. Os principais processos de desaguamento são leitos de secagem, lagoas de lodo, filtro-prensa, centrífuga, filtro-prensa de esteiras, filtro a vácuo e secagem térmica;

- Higienização: remoção de organismos patogênicos. Ela é necessária se seu destino for a reciclagem agrícola, já que os processos de estabilização não reduzem o nível de patógenos a patamares aceitáveis. É possível fazer a higienização de diversas maneiras, sendo as principais: adição de cal (caleação), tratamento térmico, compostagem, oxidação úmida e outros (radiação gama, solarização);

- Disposição final, sendo que as principais formas conhecidas são: reciclagem agrícola, recuperação de áreas degradadas, landfarming, usos não agrícola (fabricação de tijolos, combustível, etc), incineração, oxidação úmida e aterro sanitário.

No desaguamento de um lodo com concentração de 4 a 20% de sólidos, ele é reduzido substancialmente para um quinto de seu volume inicial (Turovskiy e Mathai, 2006). Essa característica faz desse tratamento um importante processo, porém faz-se necessário analisar as alternativas existentes levando em consideração as vantagens e desvantagens de cada processo.

Os métodos de desaguamento mais comumente utilizados incluem processos naturais, tais como leitos de secagem e lagoas de lodo; e processos mecânicos, como centrífugas, filtros a vácuo, filtros prensa de placas, filtros prensa de esteiras e prensas parafuso. Recentemente, tem-se utilizado membranas geotêxteis (bags de geotêxtil) em diferentes conformações (VANZETTO, 2012).

A seleção dos métodos de desaguamento é determinada pelo tipo de lodo a ser processado, suas características e espaço disponível para instalação. Em lugares onde existe disponibilidade de espaço, leitos de secagem ou lagoas são geralmente utilizados (VANZETTO, 2012).

3.6.3. Resíduos de drenagem urbana

A alínea “d” do inciso I do Art 3º da Lei Federal nº 11.445/07 define:

“drenagem e manejo das águas pluviais urbanas: conjunto de atividades, infra-estruturas e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas” (BRASIL, 2007, p.2).

De acordo com NEVES (2006) dos poluentes que compõem o escoamento superficial, os sólidos totais deixam transparecer dois estágios principais de produção:

- 1) Desenvolvimento urbano, quando a produção de sedimento é devido à carência de proteção do solo durante construções. Nesta fase, sem controle da erosão, enormes quantidades de sedimentos são aportadas nos cursos d' água.
- 2) Área urbana desenvolvida, quando a produção na bacia é devida principalmente aos resíduos sólidos. A quantidade, neste estágio, é função da frequência de coleta e limpeza das ruas, disposição pública dos resíduos, e frequência da chuva. Também depende da densidade de ocupação da área, do movimento de pedestres e de veículos e, principalmente, da educação da população. Em locais de desenvolvimento estabilizados, as maiores cargas de sedimentos vêm de bacias intensamente desenvolvidas, não servidas por medidas de controle de erosão.

A limpeza urbana ou limpeza de logradouros públicos é a que mais tem relação com os resíduos sólidos que potencialmente atingem a rede de drenagem urbana, pois a incumbência de quem trata deste serviço é retirar os resíduos despejados no solo. Entre todos os serviços de limpeza urbana, o de varrição é o que representa maior preocupação a este respeito, dado que a sarjeta, elemento de escoamento superficial, acaba recebendo boa parte do resíduo despejado (NEVES, 2006).

NEVES (2006) realizou quantificação direta dos resíduos sólidos presentes na bacia de retenção do parque Marinha do Brasil em Porto Alegre, estimando a eficiência no conjunto reservatório-grade-bomba. Os tipos de resíduos encontrados no poço da casa de bombas foram semelhantes aos encontrados pelo comportamento no sistema. Verificou, no entanto, algumas variações, por exemplo, o papel tendo alta proporção nos sacos de varrição, mas se perdem no sistema de drenagem; o plástico PET não tem grande participação nos sacos de varrição, mas se acumulam na rede, aparecendo quando da ocorrência de chuvas fortes. Sacolas, embalagens plásticas e outros sacos plásticos estiveram presentes tanto nos sacos de varrição quanto no ponto final da rede.

3.7. Resíduos Industriais

Os processos industriais geram grande quantidade e diversidade de resíduos. Os resíduos industriais apresentam classificações distintas, incluindo resíduos não perigosos e inertes, resíduos não perigosos e não inertes, além dos resíduos perigosos. No caso dos resíduos perigosos, muitas vezes torna-se necessário tratamento prévio

antes da disposição final, no sentido de reduzir ou eliminar sua periculosidade. Requer também gerenciamento mais criterioso por parte do gerador e controle e fiscalização por parte dos órgãos ambientais competentes (GÜNTHER, 2008).

Em países em estágio de desenvolvimento e que possuem áreas industrializadas, como o Brasil, os problemas do gerenciamento dos resíduos industriais e consequente contaminação do ambiente acentuam-se devido: i) à forma ambientalmente desordenada em que se processou e ainda se processa a expansão urbano-industrial; ii) ao avanço das áreas urbanas, em detrimento dos habitats naturais, avançando em áreas de vulnerabilidade ambiental; iii) à ocupação do solo e transformação dos espaços; iv) à prática de lançamento ou disposição dos resíduos industriais no ambiente, de forma inadequada (BONACIN SILVA, 2006³ *apud* GUNTHER, 2008); à carência de instrumentos de gestão, de marco regulatório específico e de recursos para atuação; à quase nula participação social na tomada de decisão; à falta de políticas públicas para o setor.

A ausência de informações precisas sobre a quantidade, os tipos e os destinos dos resíduos sólidos gerados nas atividades industriais, motivou na elaboração da resolução CONAMA nº 313/02, que dispõe e define o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais da seguinte maneira:

“é o conjunto de informações sobre a geração, características, armazenamento, transporte, tratamento, reutilização, reciclagem, recuperação e disposição final dos resíduos sólidos gerados pelas indústrias do país” (BRASIL, 2002b, p.1).

Uma parte significativa das exigências da Resolução Conama nº 313/2002 não foi cumprida até o momento, pois os dados relativos à geração, ao tratamento e à destinação são escassos, a exceção de alguns casos específicos. E em vários estados brasileiros os inventários não são recentes ou até são inexistentes (PAIXÃO, 2012 a).

Isso se deveu, em parte, ao fato de que somente quinze órgãos ambientais estaduais do país apresentaram propostas ao edital do Ministério do Meio Ambiente/Fundo Nacional de Meio Ambiente (MMA/FNMA), divulgado em 1999. Destes, apenas quatorze órgãos tiveram seus projetos aprovados – Mato Grosso, Ceará, Minas Gerais, Goiás, Rio Grande do Sul, Paraná, Pernambuco, Espírito Santo, Paraíba, Acre, Amapá, Mato Grosso do Sul, Rio Grande do Norte e Rio de Janeiro. O órgão

³ BONACIN SILVA, AL. Estudos de recuperação ambiental de áreas contaminadas por resíduos industriais do pólo cerâmico de Santa Gertrudes, SP. Tese de doutorado. Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

ambiental da Bahia não conseguiu atender às exigências do FNMA e o do Rio de Janeiro, embora o projeto tenha sido aprovado, não assinou o convênio. Foram firmados convênios entre o FNMA, os órgãos ambientais estaduais e o Ibama para repassar recursos objetivando a realização destes inventários (PAIXÃO, 2012 a).

PAIXÃO (2012 a) apresenta os principais resultados dos inventários de resíduos sólidos industriais de dez estados brasileiros: Acre, Amapá, Ceará, Goiás, Minas Gerais, Pará, Paraná, Pernambuco, Rio Grande do Sul e Rio Grande do Norte.

Encontravam-se disponíveis na internet os inventários originais dos seguintes estados: Rio Grande do Sul, Minas Gerais, Pernambuco, Paraná e Ceará.

Todos esses inventários trazem informações como metodologia empregada, tipologia de empresas amostradas, quantidade de empresas por tipologia, quantidade e classificação dos resíduos gerados. Como cada atividade industrial tem seus resíduos característicos, a quantidade e o tipo de resíduos gerados ficaram limitados ao porte e tipo de atividade exercida pelas empresas amostradas em cada inventário.

Verificou-se que os inventários apresentaram dificuldades em obter todos os dados necessários, uma vez que dependiam, muitas vezes, da colaboração das empresas amostradas para fornecer os dados e mesmo as empresas colaboraram fornecendo os dados solicitados, muitas vezes tiveram dificuldades em quantificar e caracterizar corretamente seus resíduos gerados.

3.7.1. Estado de São Paulo

De maneira geral, as indústrias do Estado de São Paulo são fiscalizadas e licenciadas pela CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo). O Decreto nº 8.468 de 08 de setembro de 1976 e suas alterações elencam uma série de atividades que precisam ser licenciadas pela CETESB, e algumas atividades podem ser licenciadas pelo município, desde que o mesmo atenda alguns pré-requisitos como a existência de Conselho Municipal de Meio Ambiente e possua em seus quadros ou à sua disposição profissionais habilitados para tal.

Desde o início da década de 80, a CETESB vem atuando sistematicamente na área de Resíduos Sólidos Industriais. Em 1983, foi implantado o Programa de Controle da Poluição por Resíduos Industriais em Cubatão, sendo ampliado em 1986 para as regiões do Vale do Paraíba, Campinas e Sorocaba. Iniciaram-se, então, os levantamentos de resíduos industriais em todo o estado, a partir da seleção de fontes

prioritárias da geração de resíduos e o estabelecimento de procedimentos de controle específicos. O primeiro inventário de resíduos industriais, realizado pela CETESB, data de 1988/89, contou com uma amostra de 1.470 unidades industriais (ABETRE, 2003). Os dados atualmente disponíveis sobre geração de resíduos industriais em São Paulo são os constantes do inventário estadual realizado em 1992/93, atualizados em 1996, e apresentados na tabela 6. Verificou-se a inexistência de um inventário de resíduos industriais do Estado de SP mais atualizado.

Tabela 6: Maiores geradores de resíduos industriais perigosos (Classe I), Estado de São Paulo (1996).

Indústria	Geração de Resíduos Perigosos em t/ano
Química	177.400
Material e Transporte	116.800
Couros e Peles	76.300
Metalúrgica	76.300
Minerais não metálicos	28.000
Papel e Papelão	26.700
Material Elétrico	10.300
Mecânica	5.500
Alimentos	3.300
Farmacêutica	3.200
Textil	2.600
Outros	9.300

Fonte: MARTINS, 2004. Compilação de dados para o Estado de SP.

Quanto ao tratamento e disposição final dos resíduos sólidos industriais perigosos (classe I) gerados no Estado de São Paulo, o Inventário aponta a seguinte situação:

Tabela 7: Tratamento e Disposição final de Resíduos Sólidos Perigosos (Classe I), Estado de São Paulo.

Destino	t/ano	%
resíduos tratados	286.930	53,6
resíduos estocados	164.520	30,7
resíduos dispostos	84.165	15,7
total	535.615	100

Fonte: ABETRE (2003)

Ainda com relação ao tratamento e disposição final, o CADRI (Certificado de Movimentação de Resíduos de Interesse Ambiental) é um documento que aprova o encaminhamento de resíduos de interesse ambiental a locais de reprocessamento, armazenamento, tratamento ou disposição final, licenciados ou autorizados pela CETESB.

O CADRI é obrigatório para todos os tipos de resíduos de interesse, os quais são:

- Resíduos industriais perigosos (classe I, segundo a Norma NBR 10004, da ABNT);
- Resíduos apresentados a seguir:
 - resíduo sólido domiciliar coletado pelo serviço público, quando enviado à aterro privado ou para outros municípios;
 - lodo de sistema de tratamento de efluentes líquidos industriais;
 - lodo de sistema de tratamento de efluentes líquidos sanitários gerados em fontes de poluição definidos no artigo 57 do Regulamento da Lei Estadual 997/76, aprovado pelo Decreto Estadual 8.468/76 e suas alterações;
 - EPI contaminado e embalagens contendo PCB;
 - resíduos de curtume não caracterizados como classe I, pela NBR 10004;
 - resíduos da indústria de fundição não caracterizados como classe I, pela NBR 10004;
 - resíduos de portos e aeroportos, exceto os resíduos com características de resíduos domiciliares e os controlados pelo “Departamento da Polícia Federal”;
 - resíduos de serviços de saúde, dos Grupos A, B e E, conforme a Resolução CONAMA 358, de 29 de abril de 2005;
 - efluentes líquidos gerados em fontes de poluição definidos no artigo 57 do Regulamento da Lei Federal 997/76, aprovado pelo Decreto Estadual 8.468/76 e suas alterações. Excetua-se os efluentes encaminhados por rede;
 - Lodos de sistema de tratamento de água (CETESB, 2013).

3.8. Resíduos de Serviços de Saúde

3.8.1. Definição de RSS

Até a relativamente pouco tempo, os Resíduos de Serviços de Saúde eram denominados, principalmente de resíduos hospitalares ou lixo hospitalar, em uma

referência explícita aos resíduos gerados por aquele tipo de estabelecimento. Entretanto, a verificação de que outros tipos de estabelecimentos também geram resíduos com características similares aos resíduos gerados em hospitais criou no meio técnico a denominação aceita de Resíduos de Serviços de Saúde (RSS).

A alínea “g”, inciso I do Art. 13 da Lei Federal nº 12.305/10 define:

“resíduos de serviços de saúde: os gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS (BRASIL, 2010 a, p.6)”.

A Resolução nº 358/05 do CONAMA e a Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) 306/2004 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), definem Resíduos de Serviços de Saúde como:

“todos resíduos resultantes de atividades exercidas em serviços de atendimento à saúde humana ou animal, inclusive os serviços de assistência domiciliar e de trabalhos de campo, laboratórios analíticos de produtos para saúde, necrotérios, funerárias e serviços onde se realizem atividades de embalsamamento (tanatopraxia e somatoconservação), serviços de medicina legal, drogarias e farmácias, inclusive as de manipulação, estabelecimentos de ensino e pesquisa na área de saúde, centro de controle de zoonoses, distribuidores de produtos farmacêuticos, importadores, distribuidores e produtores de materiais e controles para diagnóstico *in vitro*, unidades móveis de atendimento à saúde, serviços de acupuntura, serviços de tatuagem, entre outros similares”(CONAMA, 2005, p.1).

Esta definição é mais clara e completa e abrange todas as tipologias atuais de estabelecimentos geradores de RSS.

3.8.2. Classificação dos RSS

Os RSS têm importância relevante no desenvolvimento de cada uma das fases do sistema de gerenciamento a ser implantado. Assim, para o adequado gerenciamento, intra e extra-gerador, a classificação implantada em um estabelecimento deve considerar a área de geração dos resíduos, a natureza e o potencial de risco, a fim de oferecer segurança e minimizar riscos tanto aos indivíduos que manejam tais resíduos, quanto ao meio ambiente. A classificação permite tomar decisões quanto aos resíduos que podem ser recuperados e aos que podem seguir o fluxo para tratamento ou disposição final. Cada estabelecimento deve procurar, na legislação vigente e nos conhecimentos já

adquiridos, subsídios para a definição de critérios para a classificação dos RSS (SCHNEIDER *et al*, 2004).

Conforme classificação atualmente em vigor no Brasil, transcrita a seguir, através das Resoluções ANVISA - RDC nº 306 de 07 de Dezembro de 2004 e CONAMA 358 de 04 de Maio de 2005– ambas em harmonia -, os Resíduos de Serviços de Saúde são classificados em cinco grupos (Quadro 3) , sendo:

- GRUPO A – POTENCIALMENTE INFECTANTES;
- GRUPO B – QUÍMICOS;
- GRUPO C – REJEITOS RADIOATIVOS;
- GRUPO D – COMUNS;
- GRUPO E –PERFUROCORTANTES.

Quadro 3 Classificação de resíduos de serviços de saúde, segundo a ANVISA – RDC 306/04.

Categoria	Constituintes
Grupo A – Resíduos com a possível presença de agentes biológicos que, por suas características, podem apresentar riscos de infecção.	
A1	Culturas e estoques de microorganismos, resíduos de fabricação de produtos biológicos, exceto os hemoderivados, descarte de vacinas de microorganismos vivos ou atenuados; meios de cultura e instrumentos utilizados na transferência, inoculação ou mistura de culturas, resíduos de laboratórios de manipulação genética, resíduos resultantes da atenção à saúde de indivíduos ou animais, com suspeita ou certeza de contaminação biológica ou cujo mecanismo de transmissão seja desconhecido, bolsas de transfusões contendo sangue ou hemocomponentes rejeitados por contaminação ou por má conservação com prazo de validade vencido e aquelas oriundas de coleta incompleta, sobras de amostras de laboratório contendo sangue ou líquidos corpóreos na forma livre.
A2	Carcaças, peças anatômicas, vísceras e outros resíduos provenientes de animais submetidos ao processo de experimentação com inoculação de microorganismos, bem como suas forrações, e os cadáveres dos animais suspeitos de serem portadores de microorganismos de relevância epidemiológica e com risco de disseminação, que foram submetidos ou não a estudo anátomo-patológico ou confirmação diagnóstica.
A3	Peças anatômicas (membros) do ser humano; produto de fecundação sem sinais vitais, com peso menor que 500 gr ou estatura menor que 25 centímetros ou idade gestacional menor que 20 semanas, que não tenham valor científico ou legal e não tenham havido requisição pelo paciente ou familiares.

A4	Kits de linhas arteriais, endovenosas de dialisadores, quando descartados, filtros de ar e gases aspirados de área contaminada; membrana filtrante de equipamento médico-hospitalar e de pesquisa, entre outros similares, sobras de amostras de laboratório e seus recipientes contendo fezes, urina e secreções, provenientes de pacientes que não contenham e nem sejam suspeitos de conter agentes classe de risco 4, e nem apresentar relevância epidemiológica e risco de disseminação, ou microorganismo causador de doença emergente que seja epidemiologicamente importante ou cujo mecanismo de transmissão seja desconhecido ou com suspeita de contaminação com prions, resíduos de tecido adiposo proveniente de lipoaspiração, lipoescultura ou outro procedimento de cirurgia plástica que gere este tipo de resíduo, recipientes e materiais resultantes do processo de assistência à saúde que não contenha sangue ou líquidos corpóreos na forma livre, peças anatômicas (órgãos e tecidos)
A4 (Continuação)	e outros resíduos provenientes de procedimentos cirúrgicos ou de estudos anátomopatológicos ou de confirmação diagnóstica, carcaças, peças anatômicas, vísceras e outros resíduos provenientes de animais não submetidos a processos de experimentação com inoculação de microorganismos, bem como suas forrações, bolsas transfusionais vazias ou com volume residual póstransfusão.
A5	Órgãos, tecidos, fluídos orgânicos, materiais perfurocortantes ou escarificantes e demais materiais resultantes da atenção à saúde de indivíduos, ou animais, com suspeita ou certeza de contaminação com prions.
Grupo B – Resíduos contendo substâncias químicas que podem apresentar risco à saúde pública ou ao meio ambiente, dependendo de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade.	Produtos hormonais e produtos antimicrobianos; citostáticos; antineoplásicos, imunomoduladores, antiretrovirais, quando descartados por serviços de saúde, farmácias, drogarias e distribuidoras de medicamentos ou apreendidos e os resíduos e insumos farmacêuticos dos medicamentos controlados pela Portaria 344/98 e suas atualizações, resíduos de saneantes, desinfetante, resíduos contendo metais pesados; reagentes para laboratório, inclusive os recipientes contaminados por estes, efluentes de processadores de imagem (reveladores e fixadores), efluentes dos equipamentos automatizados utilizados em análises clínicas e demais produtos considerados perigosos, conforme classificação da NBR 10.004 da ABNT (tóxicos, corrosivos, inflamáveis e reativos).
Grupo C – Quaisquer materiais resultantes das atividades humanas que contenham radionuclídeos em quantidades superiores aos limites de isenção especificados nas normas do CNEN e para os quais a reutilização é imprópria ou não prevista.	Rejeitos radioativos ou contaminados com radionuclídeos, provenientes de laboratórios de análises clínicas, serviços de medicina nuclear e radioterapia, segundo a resolução CNEN 6.05.
Grupo D – Resíduos que não apresentam risco biológico, químico ou radiológico à saúde ou ao meio ambiente, podendo ser equiparados aos resíduos domiciliares.	Papel de uso sanitário, fralda, absorventes higiênicos, peças descartáveis do vestuário, resto alimentar do paciente, material utilizado em antissepsia e hemostasia de venóclises, equipos de soro e outros similares não classificados A.1, sobras de alimentos e do preparo de alimentos, restos alimentares do refeitório, resíduos provenientes das áreas administrativas, resíduos de varrição, flores, podas e jardins, resíduos de gesso provenientes de assistência à saúde.

Grupo E – Materiais perfurocortantes ou escatificantes	Lâminas de barbear, agulhas, escalpes, ampolas de vidro, brocas, limas endodônticas, pontas diamantadas, lâminas de bisturi, lancetas, tubos capilares, micropipetas, lâminas, lamínulas, espátulas, e todos os utensílios de vidro quebrados no laboratório (pipetas, tubos de coleta sanguínea, placas de Petri) e outros similares.
--	--

Fonte: ANVISA (2004)

3.8.3. Panorama da Gestão e Gerenciamento de RSS

A tabela 8 e figura 1, ambas retiradas da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico de 2008 (IBGE, 2010 a) trazem um panorama da destinação e disposição final dos RSS no Brasil.

Figura 1: Percentual de municípios por disposição final dos resíduos de serviços de saúde, segundo Brasil e Grandes Regiões- 2008

Fonte: IBGE (2010 a)

Nota: o município pode ter mais de um local para disposição dos resíduos de serviços de saúde sépticos.

Tabela 8: Destinação dos RSS

	Brasil	Norte	Nordeste	Sul	Centro-Oeste	Sudeste	São Paulo
Total de municípios	5564	449	1793	1188	466	1668	645
Municípios com coleta e/ou recebimento de RSS	4469	304	1309	997	367	1492	559
Existência no município de processamento dos RSS	2613	140	790	705	172	806	453
Tipo de processamento	Incineração	1379	48	276	487	80	488
	Queima em fornos simples	131	10	48	5	30	38
	Queima a céu aberto	616	69	439	1	39	68
	Tratamento em autoclave	763	1	6	461	10	285
	Tratamento por microondas	76	0	0	19	0	57
	Outro	291	23	75	67	27	99
Não existe processamento dos RSS	1956	164	519	292	195	686	106

Fonte: IBGE (2010 a)

Nota: O município pode apresentar mais de uma forma de destinação dos RSS

Os dados que mais chamam atenção da tabela anterior são: apenas 67,7% dos municípios da região norte possuem coleta e/ou recebimento dos RSS e destes 54% não fazem nenhum tipo de processamento dos RSS; no Nordeste 439 municípios (33,5% do total dos municípios que tem coleta ou recebimento dos RSS) fazem queima a céu aberto deste tipo de resíduo; nas regiões sul e sudeste os índices são melhores: 83,9% e 89,4% dos municípios, respectivamente, possuem coleta e recebimento de RSS, e destes 70,7% e 54%, respectivamente possuem algum tipo de processamento dos RSS; a incineração é o tipo de processamento mais utilizado na região sudeste, sul e centro-oeste, ao passo que nas regiões norte e principalmente nordeste a queima a céu aberto ainda são predominantes.

FERREIRA (2012) em sua tese de doutorado realizou pesquisa em 77 estabelecimentos geradores de RSS dos municípios pertencentes à UGRHI Pontal do Paranapanema. O autor chegou aos seguintes resultados de panorama de geração dos RSS: Grupo A com 42,94% de geração; grupo E com 39,14% de geração; Grupo D com

15,11% de geração e Grupo B com 2,8%. O Grupo C (radioativos) foi inexistente, em função do tipo de atendimento oferecido pelos estabelecimentos geradores.

O referido autor ainda cita as seguintes constatações em visitas técnicas aos estabelecimentos geradores:

- Apenas 3% dos estabelecimentos geradores possuíam o PGRSS;
- Alguns estabelecimentos não possuíam lixeiras adequadas para os resíduos infectantes;
- Uso insuficiente de EPI's pelos funcionários;
- Em alguns municípios, os poderes públicos é que arcavam com a responsabilidade pelos seus RSS da geração à disposição final, ao invés dos estabelecimentos geradores particulares;
- Necessidade de intervenções de caráter educativo junto aos funcionários dos estabelecimentos geradores, em função da presença de resíduos comuns junto aos infectantes.

3.8.4. Responsabilidades pelo Gerenciamento dos RSS e Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS)

Os estabelecimentos de serviços de saúde são os responsáveis pelo correto gerenciamento de todos os RSS por eles gerados, cabendo aos órgãos públicos, dentro de suas competências, a gestão, regulamentação e fiscalização (ANVISA, 2006).

Embora a responsabilidade direta pelos RSS seja dos estabelecimentos de serviços de saúde, por serem os geradores, pelo princípio da responsabilidade compartilhada, ela se estende a outros atores: ao poder público e às empresas de coleta, tratamento e disposição final. A Constituição Federal, em seu artigo 30, estabelece como competência dos municípios "organizar e prestar, diretamente ou sob o regime de concessão ou permissão, os serviços públicos de interesse local, incluído o de transporte coletivo que tem caráter essencial".

A principal exigência legal para os serviços geradores de RSS, prevista na Resolução RDC 306/04, é a de que compete aos mesmos a elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS) obedecendo a critérios técnicos, legislação ambiental, normas de coleta e transporte dos serviços locais de limpeza urbana e outras orientações contidas neste regulamento.

O Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS) é um documento que aponta e descreve as ações relativas ao manejo dos resíduos sólidos,

observadas suas características e riscos, no âmbito dos estabelecimentos, contemplando os aspectos referentes à geração, segregação, coleta, armazenamento, transporte, tratamento e disposição final, bem como as ações de proteção à saúde e ao meio ambiente (COLESANTI, 2008).

Segundo TAKADA (2003), o PGRSS deve mostrar um novo paradigma na cultura do tratamento do resíduo, objetivando promover o bem estar do profissional de saúde no seu ambiente de trabalho, bem como da comunidade em geral.

O Manual de Gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde da ANVISA (2006) instrui sobre como elaborar um PGRSS. Segundo o mesmo, o passo inicial seria o conhecimento do assunto, o levantamento das leis e normas ligadas ao setor, seguido pela definição da equipe de trabalho, atribuindo responsabilidades.

3.8.5. Principais Métodos de Tratamento de RSS

Existem inúmeros métodos disponíveis para o tratamento dos RSS, porém, Ferreira (2000) ressalta que não é possível afirmar que um ou outro método seja o ideal para o tratamento de todos os resíduos de serviços de saúde, pois se acredita não existir um sistema que se adapte igualmente às particularidades de cada estabelecimento gerador, grupo de estabelecimentos ou mesmo para um determinado município. O mesmo autor afirma também que, dentre os métodos de tratamento indicados para este tipo de resíduo (principalmente para os Grupos A e E) destacam-se: incineração, esterilização a vapor e microondas.

A incineração consiste na oxidação dos materiais a altas temperaturas, sob condições controladas, convertendo materiais combustíveis (RSS) em resíduos não combustíveis (escórias e cinzas) com emissão de gases (SCHNEIDER *et al*, 2004).

Na esterilização a vapor, a desinfecção é realizada por meio da exposição dos resíduos a vapor d'água com temperatura entre 105°C e 150°C, sob determinadas condições de pressão, no interior de uma câmara estanque, de onde previamente é extraído todo ar presente. A eficácia deste tratamento fica condicionada à temperatura, pressão e ao período de exposição, sendo condições habituais de funcionamento: temperaturas acima de 121°C e períodos de exposição acima de 60 minutos (BRASIL, 2001).

O tratamento por microondas é baseado na ação do calor produzido pelos geradores de radiação eletromagnética de alta frequência, com capacidade de penetração da radiação e condução uniforme da energia térmica (ALMEIDA, 2003).

Neste tratamento, todos os microrganismos, com exceção de formas esporuladas são destruídos, sendo constatada a descontaminação eficiente de bactérias e vírus (ALMEIDA, 2003).

A resolução CONAMA 358/2005 em seu Art. 10 estabelece que os sistemas de tratamento e disposição final de resíduos de serviços de saúde devem estar licenciados pelo órgão ambiental competente para fins de funcionamento e submetidos a monitoramento de acordo com parâmetros e periodicidade definidos no licenciamento ambiental.

3.9 Resíduos da Construção Civil

3.9.1. Definição e Classificação

A Lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010 (BRASIL, 2010 a) inciso I alínea “h” traz a seguinte definição:

“resíduos da construção civil: os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis” (BRASIL, 2010a, p.6)

A Resolução CONAMA nº 307 define:

“Resíduos da construção civil: são os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas madeiras, e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimentos asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica, etc, comumente chamados de obras, caliça ou metralha” (BRASIL, 2002a, p.1)

O Art. 3º da Resolução CONAMA nº 307/2002 e suas alterações classificam os resíduos da construção civil da seguinte forma:

“I- Classe A - são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:

a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;

b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto;

c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meio-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;

II - Classe B - são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras e gesso; (redação dada pela Resolução nº 431/11);

III - Classe C - são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação; (redação dada pela Resolução nº 431/11);

IV - Classe D: são resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde. (redação dada pela Resolução nº 348/04).” (BRASIL, 2002a)

3.9.2. Legislação Federal Aplicada

-Resolução CONAMA nº 307 de 05 de julho de 2002 e suas alterações (resoluções CONAMA nº 348/04, 431/11 e 448/12);

- Lei Federal nº 12.305/10.

- Decreto Federal nº 7.404/10.

MARQUES NETO (2003) apontou que a resolução CONAMA nº 307/02 foi criada a fim de avançar no sentido da superação dos problemas decorrentes da grande geração dos RCC e dos impactos ambientais, sociais e econômicos associados a esses resíduos.

A resolução em questão tem por finalidade principal promover a não geração de RCC e enfatiza de modo secundário a redução, reutilização, reciclagem e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. Esta resolução também estabelece o Plano

Municipal de Gestão de Resíduos de Construção Civil como instrumento para implementação da gestão dos resíduos da construção civil.

3.9.3. Legislação Estadual Aplicada

- Lei Estadual nº 12.300/06.
- Decreto Estadual nº 54.645/09.
- Resolução SMA nº 56/10, que dentre outras coisas, dispensa o licenciamento a atividade de transferência e triagem de resíduos da construção civil não associada ao beneficiamento.

3.9.4. Origem e Panorama de Geração dos RCC

De acordo com Pinto e Gonzalez (2005), os RCD podem ter diversas origens, mas para efeitos de facilitação de identificação dessas origens os autores propõem dividi-las em apenas 3 origens. São elas:

- Reformas, ampliações e demolições, que representam grande quantidade dos RCC produzidos;
- Edificações nova, térreas ou de múltiplos pavimentos com áreas de construção maior que 300 m²;
- Residências novas, que representam tanto as de grande porte, geralmente formalizadas com as residências pequenas resultantes de atividades de autoconstrução e informais.

De acordo com Zordan (2002), dentre as quantidade de materiais desperdiçados, cerca de 50% acaba convertido em RCC.

SindusCon-SP (Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo) (SMA, 2012), por meio do Comitê de Meio Ambiente – COMASP, e coordenado pela consultoria I&T Gestão de Resíduos, realizou uma enquete junto às suas Regionais para identificar as iniciativas de manejo de RCC que são realizadas nos municípios do Estado de São Paulo. Para tal atividade foi desenvolvido um questionário, de preenchimento simples, com respostas fechadas, que foi apresentado, pelo COMASP a cada uma das Regionais, responsáveis por sua aplicação.

Os principais resultados informados pela enquete foram:

- Dos 645 municípios do Estado de São Paulo, 348 responderam a enquete;

- O total de municípios que possuem ATTs, não importando sua titularidade e forma de uso, é de 177 ou 51% da amostra;
- O total de municípios que possuem área de reciclagem classe A, independente de sua titularidade ou forma de uso, é de 63 ou 18% da amostra;
- Total de municípios que possuem área de reciclagem de RCC classe B, independente se sua titularidade ou forma de uso é de 70 ou 20% da amostra;
- O total de municípios que possuem aterro de RCC, independente de sua titularidade ou forma de uso é de 62 ou 18% da amostra;
- Municípios que possuem legislação aprovada para RCC são 61(17,5%) de 348 (21,8%) amostrados;
- Os municípios que possuem legislação para RCC em elaboração ou aprovação são 76 em 348 amostrados;
- Revelaram-se algumas incongruências, que foram mantidas no resultado final. Em algumas situações verificou-se que houve dificuldade, entre os envolvidos na enquete, para a compreensão das questões formuladas.

3.9.5. Panorama e Alternativas de Destinação dos RCC

Segundo IBGE (2010 a) 4.031 dos 5.564 (72,4%) municípios brasileiros possuíam, em 2008, serviço de manejo dos resíduos de construção e demolição, destes em apenas 392 (7,0%) existia algum tipo de processamento de resíduos sendo: 124 com triagem simples dos resíduos de construção e demolição reaproveitáveis, 14 realizando triagem e trituração simples dos resíduos classe A, 20 realizando triagem e trituração dos resíduos classe A, com classificação granulométrica dos agregados reciclados, 79 faziam reaproveitamento dos agregados produzidos na fabricação de componentes construtivos e 204 outros; com a observação de que os municípios poderiam se enquadrar em mais de uma das situações anteriores.

Com relação ao Estado de São Paulo, IBGE (2010) aponta que dos 645 municípios paulistas, 466 (72,2%) possuíam, em 2008, serviço de manejo dos resíduos de construção e demolição, destes em apenas 52 (8,0%) existia algum tipo de processamento de resíduos sendo: 27 com triagem simples dos resíduos de construção e demolição reaproveitáveis, 4 realizando triagem e trituração simples dos resíduos classe A, 10 realizando triagem e trituração dos resíduos classe A, com classificação

granulométrica dos agregados reciclados, 13 faziam reaproveitamento dos agregados produzidos na fabricação de componentes construtivos e 17 outros. A observação feita é que o município pode apresentar mais de um tipo de processamento desses resíduos.

Segundo MARQUES NETO (2009), em 2007 entrou em operação, como parte do Plano Integrado de Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil do município de São Carlos- SP, a usina de reciclagem de entulho, projeto desenvolvido pelo Progresso e Habitação de São Carlos (PROHAB) com apoio da Secretaria Municipal de Desenvolvimento Sustentável, Ciência e Tecnologia (SMDSCT). Com a capacidade de 160 t/dia, na usina são reciclados: fragmentos de alvenaria de componentes cerâmicos, fragmentos de alvenaria de blocos de concreto, fragmentos de concreto armado, fragmentos de lajes e pisos, argamassas em geral, componentes de concreto, componentes cerâmicos, fragmentos de pedra britada e areia natural.

Atualmente, a usina produz diariamente agregados reciclados com várias granulometrias que são utilizados em obras públicas diversas como enchimentos de aterros, obras do SAAE, obras de pavimentação da cidade, manutenção de estradas rurais, entre outras. Além de usar os RCD reciclados em obras de prefeitura, a PROHAB utiliza uma parcela destes agregados na confecção de alguns materiais de construção como blocos, canaletas, bloquetes, vasos, guias. Para isso dispõe, junto à usina, de uma fábrica de pré-moldados de concreto (figura 2).

Figura 2: Fábrica de pré-moldados de concreto da Prohab

Foto: MARQUES NETO (2009).

3.9.6. Disposição final irregular e regular de RCC

De acordo com Pinto e Gonzalez (2005), existem duas formas de disposição final irregular, a primeira seria o descarte em bota-foras clandestinos e a outra consiste em áreas de deposição irregular.

Os RCC dispostos inadequadamente poluem o solo, degradam paisagens que poderiam estar tornando nossas vidas mais significativas e constituem uma séria ameaça à saúde pública. O acúmulo de RCC em local inadequado atrai resíduos não inertes, oferecendo, simultaneamente, água, alimento e abrigo. Torna-se nicho ecológico de muitas espécies de vetores de patógenos, como ratos, baratas, moscas, vermes, bactérias, fungos e vírus (SCHNEIDER, 2003).

CÓRDOBA (2010) apresenta um comparativo entre a estimativa de geração de RCC e a constatação de descartes clandestinos no município de São Carlos-SP, das pesquisas de Marques Neto (2003) e Córdoba (2010), ilustrado na figura 3:

Figura 3: Evolução da geração dos RCD e dos descartes clandestinos.

Fonte: CÓRDOBA (2010)

Comparando-se essas pesquisas pode-se concluir que houve um aumento da quantidade gerada de RCD, bem como do número de pontos clandestinos detectados no município.

Ainda IBGE (2010a) apresenta as formas de disposição no solo sendo, conforme tabela 9:

Tabela 9: Municípios, total e com serviço de manejo de resíduos de construção e demolição, por forma de disposição dos resíduos no solo- Brasil e Estado de São Paulo- 2008

	Estado de São Paulo	Brasil
Total de municípios	645	5564
Disposição em vazadouro, em conjunto com os demais resíduos	32	1330
Disposição/ utilização sob controle em aterro convencional, em conjunto com os demais resíduos	58	442
Disposição sob controle, em pátio ou galpão de estocagem da prefeitura, específico para resíduos especiais	69	176
Disposição transitória sob controle, em aterro da prefeitura específico para resíduos especiais	69	267
Disposição transitória sob controle, em aterro de terceiros específico para resíduos especiais	34	181
Utilização definitiva e sob controle dos resíduos como material de aterro, pela prefeitura, após triagem e remoção dos resíduos classes B, C e D	60	503
Utilização definitiva e sob controle dos resíduos como material de aterro, por terceiros, após triagem e remoção dos resíduos classes B, C e D	23	292
Outra	178	1235

Fonte: IBGE (2010 a)

Com relação à destinação final o Art. 10º da Resolução CONAMA nº 307 de 2002 e suas alterações (BRASIL, 2012) estabelece que os RCC deverão ter destinação final adequada, de acordo com a classe que é enquadrada, conforme a seguir:

- Classe A: deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados ou encaminhados a aterros de resíduos classe A de reservação de material para usos futuros;
- Classe B: deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura;
- Classe C e Classe D: deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.

A partir de 2004, a ABNT elaborou uma norma técnica específica, em consonância com a Resolução CONAMA nº 307/2002, para estabelecer diretrizes para projeto, implantação e operação de áreas que possibilitassem o armazenar e confinar os resíduos classe A sem causar danos ao meio ambiente e saúde humana (CÓRDOBA, 2010). A referida normatização é a seguinte:

- NBR 15.113/2004: Resíduos da construção civil e resíduos volumosos- Aterros- Diretrizes para projeto, implantação e operação (ABNT, 2004).

Diante dessa norma, ficou claro que a destinação final dos RCC classe A, que não possam ser reutilizados ou reciclados, devem ser feitas em aterros de resíduos da construção civil e de inertes. Para tanto, a NBR 15.113 (ABNT, 2004) definiu essa destinação final da seguinte forma:

“aterro de resíduos da construção civil e de resíduos inertes: áreas onde são empregadas técnicas de disposição de resíduos da construção civil classe A, conforme classificação da Resolução CONAMA nº 307, e resíduos inertes no solo, visando a reservação de materiais segregados, de forma a possibilitar o uso futuro de materiais e/ou futura utilização da área, conforme princípios de engenharia para confiná-los ao menor volume possível, sem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente” (ABNT, 2004).

Quanto aos resíduos classe B, classe C e classe D, as normatizações somente apontam critérios que recomendam o armazenamento temporário dos mesmos, enfatizando que os resíduos classe D deverão ser armazenados em área específica dotada de cobertura (CÓRDOBA, 2010).

3.10. Resíduos Agrossilvopastoris

3.10.1. Agro (Agricultura)

SCHNEIDER *et al* (2012) visou estimar o montante de resíduos sólidos orgânicos gerados nas atividades da agricultura, bem como nas agroindústrias associadas. As principais limitações, considerações e resultados dessa parte do relatório encontram-se a seguir:

- O relatório aponta não ser possível estimar a parcela dos resíduos orgânicos gerados nas atividades de cultivo e colheita da produção em campo, pois não foram encontrados estudos consistentes que permitam quantificá-la. Os únicos dados disponíveis foram a quantidade de hectares plantados e colhidos e a produção total – o que indica possíveis perdas de colheita –, e não os montantes totais dos resíduos provenientes da lavoura.

- Para determinar a produção das diferentes culturas agrícolas no Brasil e o posterior cálculo da geração de resíduos, foram utilizados dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) sobre a produção de 2009 (IBGE, 2010b). Com base nestes dados, definiram-se as lavouras de maior representatividade considerando-se sua área de produção, absoluta e percentual, por região e para o total do Brasil, tanto para as culturas permanentes, como para as culturas temporárias. Entre as culturas permanentes, foram selecionados: o café (em grão), o cacau (amêndoas), a banana (cachos), a laranja, o coco-da-baía, a castanha-de-caju e a uva. Quanto às culturas temporárias, por sua vez, foram selecionados: a soja (em grão), o milho (em grão), a cana-de-açúcar, o feijão (em grão), o arroz (em casca), o trigo (em grão) e a mandioca;

- O peso dos resíduos gerados para cada produto processado nas agroindústrias associadas às principais culturas foi estimado a partir de dados encontrados na literatura;

- Com estes dados, foi estimado o fator residual, o qual representa a porcentagem da biomassa total correspondente aos resíduos gerados durante o processamento dos produtos. Aplicando este fator residual à parcela da produção das culturas processadas na agroindústria, obtida também em consultas à literatura, estimou-se o montante de resíduos gerados.

A Tabela 10 apresenta um resumo das informações obtidas sobre a geração de resíduos na agroindústria para as principais culturas brasileiras.

Tabela 10: Geração de Resíduos na Agroindústria para principais culturas brasileiras

Culturas	Produção total colhida (t)	Produção consumida <i>in natura</i> (t)	Produção Industrializada (t)	Fator residual (%)	Resíduos (t)
Soja	57.345.382		57.345.382	73	41.862.129
Milho	50.745.996		50.745.996	58	29.432.678
Cana de açúcar (bagaço e torta de filtro)	671.394.957		671.394.957	30	201.418.487
Feijão	3.486.763		3.486.763	53	1.847.984
Arroz	12.651.774		12.651.774	20	2.530.355
Trigo	5.055.525		5.055.525	60	3.033.315
Mandioca	23.786.281				
Café	2.440.057		2.440.057	50	1.220.029
Cacau	218.487		218.487	38	83.025
Banana	6.642.739	6.443.457	199.282	50	99.640
Laranja	18.385.991	735.440	17.650.551	50	8.825.276
Coco-da-baia	964.303	289.291	675.012	60	405.009
Castanha-de-Cajú	220.505	110.253	110.253	73	80.484
Uva	1.365.720	751.146	614.574	40	300.459
Total	854.704.480	8.329.587	822.588.613		291.138.870

Fonte: Schneider *et al* (2012)

Com relação aos resultados da tabela, vale informar que o fator residual de cada cultura, assim como o percentual referente à produção industrializada e consequentemente à produção consumida *in natura* foram consideradas pelos autores com base em informações e/ou estimativas disponíveis na literatura. Assim, entendemos que tabela acima deve ser vista apenas como um panorama preliminar de geração de resíduo, podendo ter grande margem de erro em relação à realidade.

O mesmo estudo visou estimar o potencial energético dos resíduos gerados na agroindústria, cujos resultados estão apresentados na tabela 11:

Tabela 11: Potencial Energético dos resíduos gerados na Agroindústria (MW/ano):

Local	Soja	Milho	Cana-de-açúcar (bagaço e torta).
Norte	86	60	50
Nordeste	264	228	1.718
Sudeste	243	490	11.257
Sul	1.100	887	1.368
Centro-oeste	1.729	741	2.072
Brasil	3.422	2.406	16.464
São Paulo	79	174	9.537

Fonte: Schneider *et al* (2012)

No caso da soja e do milho, o volume de resíduos gerados e o elevado potencial energético dos resíduos indicam a possibilidade de uso futuro desta energia, entretanto, a tecnologia atual não permite ainda empreendimentos economicamente viáveis de geração de energia a partir dos resíduos destas culturas. No caso do arroz e trigo, já existe tecnologia disponível. Para todas estas culturas, porém, são necessários ainda estudos econômicos para avaliar se o uso energético seria mais vantajoso que outros usos alternativos, como cobertura do solo, adubação e nutrição animal. A casca do grão de soja, por exemplo, é um resíduo de alto valor nutricional para alimentação bovina (Schneider *et al*, 2012).

Para as culturas de feijão, coco, cacau e castanha-de-caju, foram encontrados baixos potenciais que indicam uma possível inviabilidade de uso econômico da energia dos resíduos. O uso destes resíduos para a produção de fertilizantes pode constituir uma alternativa economicamente mais vantajosa, principalmente com o aumento da demanda por adubo orgânico resultante do aumento da produção orgânica no Brasil (Schneider *et al*, 2012).

No Estado de São Paulo, de acordo com a Tabela 12, a cultura agrícola com maior área plantada em ha é a cana de açúcar, assim foi feita uma revisão de literatura sobre seus resíduos, expressos nos próximos parágrafos.

Tabela 12: Áreas de culturas no Estado de SP em 2007/2008.

cultura	estimativa de área (ha)
cana de açúcar	5.497.139,08
laranja	741.316,00
milho	667.684,57
soja	396.426,80
café	214.790,00
feijão	104.153,90

Fonte: Projeto LUPA (SÃO PAULO, 2013)

Com relação à cana de açúcar, o processo da agroindústria (setor sucroalcooleiro), desde a lavoura até a produção de açúcar e álcool têm como geração os seguintes resíduos: palha-de-cana, bagaço, torta de filtro, cinzas e vinhaça.

O bagaço é resultante da etapa de moagem e tradicionalmente utilizado como combustível nas usinas e destilarias de todo o setor, sendo transportado em esteiras das moendas ou difusores até os alimentadores de bagaço das caldeiras, para ser queimado (DANTAS, 2009).

As usinas sucroalcooleiras do Estado de São Paulo somam uma potência instalada total de mais de 1.700 MW (70% do setor de cogeração do Brasil), sendo o total de energia vendida no mercado de 900 MW médios, 400 MW (46%) comprados pela Companhia Paulista de Força e Luz (CPFL) e 272 MW (31%) contratados pelo PROINFA (GOLDEMBERG *et al.*, 2008).

Segundo FIESP (2001), a geração de cinzas do bagaço de cana é de aproximadamente 6kg de cinzas/250 kg do bagaço de cana que alimenta a caldeira.

Atualmente a maioria dos resíduos de cinzas de bagaços de cana gerados no processo de geração de vapor são encaminhados, juntamente com as tortas de filtro e a palha na adubação das próprias lavouras (FIESP, 2001).

Nunes Júnior (2008) relata que a torta de filtro sai dos filtros rotativos após extração da sacarose residual da borra com 75 a 80% de umidade e é um excelente produto orgânico para a recuperação de solos exauridos ou de baixa fertilidade.

No Brasil a importância da torta de filtro resulta não só do grande volume gerado (30 a 40 kg por tonelada de cana moída), mas também do percentual considerável de matéria orgânica e de elementos essenciais às plantas podendo substituir, ainda que parcialmente, os fertilizantes minerais (NUNES JUNIOR, 2008).

A composição da torta de filtro varia de acordo com diversos fatores: variedade e maturação da cana, tipo de solo, processo de clarificação do caldo e outros. Dentre os nutrientes principais, nota-se uma predominância de N, P e Ca que são precipitados, sendo o teor de K mais baixo devido à solubilidade dos seus sais (ALMEIDA JUNIOR, 2010).

Vinhaça é o líquido derivado da destilação do vinho, que é resultante da fermentação do caldo da cana-de- açúcar ou melaço (CETESB, 2006).

Atualmente o principal destino à vinhaça é a fertirrigação. Ela consiste no aproveitamento da vinhaça líquida resultante da destilação do álcool etílico, aplicando-a nos canaviais.

A vinhaça pode promover melhoria na fertilidade do solo, no entanto as quantidades não devem ultrapassar sua capacidade de retenção de íons, ou seja, as dosagens dependem de acordo com as características do solo. Quando usada em proporções desbalanceadas, acarretam na lixiviação de vários desses íons, sobretudo nitrato e potássio (SILVA *et al*, 2007).

3.10.2. Silvo (Silvicultura)

A silvicultura é a ciência que trata do cultivo, reprodução e desenvolvimento das árvores florestais. A silvicultura brasileira nasceu em 1903 quando um técnico da Companhia Paulista de Estradas de Ferro - CPEF trouxe mudas de eucalipto originárias da Austrália, objetivando a produção de madeira e dormentes para serem utilizadas na ferrovia. Em 1966, o setor obteve uma rápida expansão com o estabelecimento, pelo governo federal, da Lei no 5.106, de 2 de setembro, sobre incentivos fiscais ao florestamento e ao reflorestamento, visando atender à demanda para fabricação de papel e também da indústria moveleira. Hoje, o Brasil tornou-se grande exportador de produtos florestais, figurando como maior produtor e exportador de celulose branqueada de madeira de eucalipto (IBGE, 2010 c).

A demanda por produtos florestais vem crescendo dia a dia, seja para atender às necessidades da indústria de papel, celulose, moveleira, caixotaria e outras tantas que dependem da matéria-prima florestal para transformação, ou seja, como fonte energética para uso na indústria, na prestação de serviços e no uso doméstico.

A produção madeireira do Brasil, que atingiu, em 2010, um total de 128.399.740 m³ de madeira em tora, sendo 90,1% oriundos da silvicultura e 9,9% da extração

vegetal. O total de madeira em tora produzido pela silvicultura, 60,3% foi destinado para papel e celulose e 39,7% para outras finalidades. A produção de carvão vegetal foi de 4.951.207 toneladas, das quais 69,6% foram produzidas pela silvicultura e 30,4% pela extração vegetal (IBGE, 2010 c).

A ABRAF (Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas) divulgou seu anuário estatístico em 2012 tendo 2011 como ano base.

Resumidamente a metodologia empregada para estimativa de áreas plantadas foram: questionários completos respondidos pelas empresas associadas individuais da ABRAF, questionários simplificados respondido pelas associações coletivas estaduais e associadas coletivas da ABRAF, documentos oficiais e dados de instituições governamentais, secretarias estaduais, institutos, fundações e universidades.

Tabela 13: Área total de plantios florestais por gênero no Brasil, 2011

Gêneros	Área de Plantio totais (ha)		
	2010	2011	%
Eucalyptus	4.754.334	4.873.952	69,6
Pinus	1.756.359	1.641.892	23,4
Teca	65.440	67.693	1
Outros	462.390	421.588	6
Total	7.038.524	7.005.125	100

Fonte: ABRAF (2012)

Segundo ABRAF (2012), da área plantada com *Eucalyptus* no Brasil (4.873.952 ha), 54,2% estava concentrado na região Sudeste. Já a área plantada com *Pinus* no Brasil (1.641.892 ha) está concentrada principalmente na região Sul do país (83,0%), devido às condições edafoclimáticas e à localização dos principais centros processadores desse tipo de madeira.

Figura 4: Principais produtores mundiais de madeira serrada – 2011

Os resíduos florestais podem ser classificados quanto à origem em: resíduo de colheita florestal, resíduo do processamento mecânico da madeira, resíduo da produção de celulose e papel, entre outros (Schneider *et al*, 2012).

Quirino (2004) cita como exemplo os rejeitos da madeira ou indústria da madeira, considerando móveis usados, restos de madeira de demolições, resíduos do beneficiamento de produtos agrícolas, postes, estacas, dormentes, paletes e embalagens em fim de vida. O autor ainda enfatiza que até mesmo no resíduo sólido urbano é encontrada uma porcentagem significativa de resíduos lignocelulósicos proveniente de utensílios e embalagens em madeira.

Schneider *et al* (2012) realizou estimativas de quantificação de resíduos gerados na cadeia produtiva utilizando a seguinte metodologia e considerações:

- duas etapas da cadeia produtiva da madeira foram consideradas (colheita e processamento referente à cadeia de processamento mecânico, cuja estimativa foi realizada a partir dos dados de produção de toras disponibilizada pelo IBGE relativos à produção da extração vegetal e silvicultura de 2009);
- resíduo de colheita florestal (madeira produzida pela floresta, mas não retirada para ser consumida): 15% no campo das florestas plantadas e 65% no campo de florestas naturais;
- resíduo de processamento mecânico: perda média de 45% para florestas plantadas e 17,5% para florestas naturais;
- foram utilizados dados do IBGE relativos à produção da extração vegetal e silvicultura de 2009;

- foi considerado que as fábricas de papel e celulose geram 48% de resíduos em seu processo produtivo (BELLOTE *et al*, 1998). Os dados de produção de papel e celulose foram retirados do *Relatório anual* referente à produção de papel e celulose realizado pela Associação Brasileira de Celulose e Papel – Bracelpa (2010).

Schneider *et al* (2012) apresentou os resultados de estimativas do montante de resíduos gerados pelo setor, conforme Tabela 14.

Tabela 14: Geração de resíduo da cadeia florestal- colheita e processamento mecânico (2009)

	Resíduo- cadeia florestal (colheita e processamento mecânico)- m ³ /ano		
	Silvicultura	Extrativismo	Total
São Paulo	13.640.566,73	17.776,88	13.658.343,61
Brasil	66.552.351,48	19.022.113,28	85.574.464,76

Em 2010, foram produzidas no Brasil 22.743.000 t de papel e celulose. Desta forma, a geração de resíduo das indústrias de papel e celulose no ano de 2010 foi estimada em 10.916.640 t em todo Brasil.

Schneider *et al* (2012) ressalta que as informações existentes possibilitam apenas uma estimativa grosseira da quantidade de resíduos do setor florestal. A complexidade do setor e a ausência de informações, decorrentes dos poucos estudos realizados, dificultam o diagnóstico mais preciso da real quantidade de resíduos oriundo da silvicultura.

Com relação às formas de destinação dos resíduos de madeira, Schneider *et al* (2012) ressalta que ainda há, em muitos lugares, o descarte inadequado destes resíduos, deixando-se de aproveitá-los economicamente. Muitos destes resíduos são queimados a céu aberto, nos pátios de empresas, ou depositados em locais inadequados, sendo comum encontrá-los em margens de rios e lagos. Ainda se encontra a disposição inadequada nos chamados lixões, ou aterros clandestinos, juntamente com outros materiais oriundos, por exemplo, da construção civil.

O Quadro 4 buscou levantar os principais usos dos resíduos de madeira.

Quadro 4: Uso tradicional dos resíduos de madeira

Uso	Resíduo	Descrição
ADUBO	Serragem em geral e madeira sólida picada	Usada in natura ou após etapas de compostagem para proteção do solo e como adubo. Inclui a cama de galinha usada.
CAMA DE GALINHA	Serragem em geral	Serragem macia para contato com animais. Após o uso, a serragem suja com estrume pode ser usada como adubo.
CARVÃO E COMBUSTÍVEIS	Pontas, tocos, sobras, rejeitos, costaneiras, cascas e galhos.	Processos industriais para produção de carvão, álcool, metanol e gás combustível
ENERGIA ELÉTRICA	Pontas, tocos, sobras, rejeitos, costaneiras, cascas e galhos. Briquetes de serragem prensada.	Usado como lenha em usinas termoeletricas para obtenção de energia elétrica. Há o problema da emissão de poluentes na atmosfera.
ENERGIA TÉRMICA	Pontas, tocos, sobras, rejeitos, costaneiras, cascas e galhos. Briquetes de serragem prensada.	Queima para obtenção de calor. Usado em fornos de padarias, pizzarias, olarias e em caldeiras industriais. Há o problema da emissão de poluentes na atmosfera.
EXTRAÇÃO DE ÓLEOS E RESINAS	Serragem em geral	Extração industrial de óleos e resinas para uso como combustível, resinas plásticas, colas e essências.
MADEIRAS RECONSTITUÍDAS	Serragem em geral	Na fabricação de chapas de madeira reconstituída.

Fonte: TEIXEIRA (2005).

3.10.3. Pastoril (Pecuária)

Os resíduos da pecuária são constituídos por esterco e outros produtos resultantes da atividade biológica do gado bovino, suíno, caprino e outros, cuja relevância local justifica seu aproveitamento energético. Este tipo de resíduo é importante matéria-prima para a produção de biogás, que pode ter um papel relevante no suprimento energético, principalmente para a cocção de alimentos nas zonas rurais (IEE, 2013).

Segundo EMBRAPA (2010), em 2006 a fração de rebanho bovino correspondia a 85,3% dos animais no país, seguido pelos suínos 7,3%.

O crescimento da produção animal nos últimos anos decorre das mudanças e modernização dos sistemas utilizados, que incluíram o modelo de produção animal industrial e o sistema de integração vertical. Como características do modelo de

produção animal industrial, destacam-se: alta taxa de conversão alimentar, alta taxa de concentração de animais, alta mecanização e pouca mão de obra (Schneider *et al*, 2012).

Schneider *et al* (2012) em seu relatório estimou as quantidades de dejetos gerados pelas principais criações animais no Brasil e nas regiões, tendo como principal premissa o número efetivo do rebanho de aves de postura, bovinos e suínos no Brasil, este obtido junto ao IBGE, por meio da Pesquisa Pecuária Municipal, com dados referentes a 2009. Os resultados obtidos pelos autores encontram-se na tabela 15:

Tabela 15: Quantidade de dejetos gerados pelas principais criações animais- Brasil e grandes regiões (2009).

	Frangos de corte (t/ano)	Postura (t/ano)	Vacas ordenhadas (t/ano)	Bovinos de corte (t/ano)	Suíno (t/ano)	Total de dejetos gerados (t/ano)
Brasil	16.243.286	11.782.568	316.909.675	1.338.458.709	20.379.732	1.703.773.970
Norte	310.331	511.881	37.597.956	299.164.003	871.972	338.456.143
Nordeste	682.522	2.278.200	67.721.023	168.866.830	3.369.354	242.917.929
Sudeste	4.920.132	4.329.543	106.168.600	223.152.437	3.584.870	342.155.582
Sul	7.530.163	3.368.258	54.801.360	173.470.573	9.876.639	249.046.993
Centro-Oeste	2.800.139	1.294.687	50.620.735	501.383.633	2.676.897	558.776.091

Fonte: SCHNEIDER *et al* (2012)

Os autores enumeram diversas limitações do estudo, como por exemplo, carência de referências bibliográficas e técnicas para algumas criações do peso inicial e final, período de permanência e falta de dados nacionais para a geração de dejetos que sejam aplicáveis aos dados existentes sobre o rebanho. E assim ressaltam que devido a essas limitações, os valores apresentados são apenas uma estimativa.

Para a estimativa dos dejetos aproveitáveis para biodigestão foram considerados apenas aqueles dejetos gerados em sistemas confinados de criação animal, que incluem neste estudo as criações de aves de corte e postura, bovinos de leite e suínos. Ou seja, de acordo com tabela 15, os resíduos aproveitáveis para biodigestão são:

- 365.215.261 t/ano no Brasil, sendo 39.292.140 t/ano na Região Norte, 74.051.099 t/ano na Região Nordeste, 119.003.145 t/ano na Região Sudeste, 75.576.420 t/ano na Região sul e 57.392.458 t/ano na Região Centro-Oeste.

Schneider *et al* (2012) ainda estimou o potencial de geração de metano e energia elétrica pelos dejetos das criações animais, tendo como referência o método utilizado

pelo Centro Nacional de Referência da Biomassa- CENBIO (2008) apresentado a seguir:

$$\text{Metano} = 30 \text{ dias} \times \text{n}^\circ \text{ de cabeças} \times \text{Et} \times \text{Pb} \times \text{Con. CH}_4 \times \text{VE}^{-1}$$

Onde:

Et- Esterco total [kg.esterco/(dia.unidade geradora)]

Pb- produção de biogás [kg. biogás/ kg. esterco]

Con. CH₄- concentração de metano no biogás [%]

VE- volume específico do metano [kg. CH₄/m³. CH₄], sendo este igual a 0,670 kg. CH₄/ m³. CH₄

Foram utilizados como valores de esterco total os obtidos anteriormente na tabela 15.

Para os dados de produção de biogás, concentração de CH₄ e volume específico do CH₄, utilizaram-se dados de Motta (1986⁴ *apud* CENBIO, 2008), apresentados na Tabela 16:

Tabela 16: Valores de conversão energética para diferentes tipos de efluentes

Origem do material	(kg. biogás/ kg esterco)	Concentração de metano (%)
suínos	0,062	66
bovinos	0,037	60
aves	0,055	60

Fonte: Motta (1986 *apud* CENBIO, 2008) com adaptações de Schneider *et al* (2012)

Utilizando-se os dados anteriormente mencionados, as quantidades potenciais de geração de metano (m³/ano) resultantes da biodigestão dos dejetos de aves de postura e corte, suínos e bovinos de leite e foram estimadas e estão representados na tabela 17:

Tabela 17: Geração de metano a partir da geração de dejetos de aves de postura e corte, suínos e bovinos de leite- Brasil e grande regiões (2009)

Geração de metano (m ³ /ano)			
	Aves de Postura e Corte	Suínos	Bovinos de leite
Brasil	1.291.694.409	1.164.718.776	9.825.970.363
Norte	37.895.226	49.833.939	1.165.746.691
Nordeste	136.457.824	192.561.397	2.099.730.043
Sudeste	426.311.832	204.878.338	3.291.819.718
Sul	502.301.497	564.458.200	1.699.148.326
Centro- Oeste	188.728.030	152.986.902	1.569.525.585

Fonte: Schneider *et al* (2012) adaptado pelo autor

⁴ MOTTA, F. S. Produza sua energia - biodigestores anaeróbios: Recife: Editora Recife Gráfica, 1986.

Entre as formas alternativas de energia renováveis, pode-se citar a de conversão da biomassa em energia secundária, destacando-se a biodigestão anaeróbia de resíduos (agroindustriais, domésticos, rurais etc.), o que permite o seu aproveitamento sob a forma de biogás/metano (Oliveira, 2004).

A utilização dos biodigestores no meio rural tem merecido destaque devido aos aspectos de saneamento e geração de energia, além de estimularem a reciclagem orgânica e de nutrientes (Lucas Júnior, 1994⁵ *apud* Oliveira, 2004).

Schneider *et al* (2012) ainda estimou a geração potencial de energia elétrica a partir dos dejetos das criações com base no cálculo da Potência útil descrito por Garces Junior e Domingues (2010), utilizando a seguinte equação :

$$Py = \frac{Q_{CH_4} \times PCI_{CH_4} \times E \times \eta}{31.536.000}$$

Onde:

Py – potência útil no ano (MW);

$Q_{CH_4,y}$ – quantidade de metano no ano y ($m^3CH_4.ano^{-1}$);

PCI_{CH_4} – poder calorífico inferior do metano ($33,8 MJ.m^{-3}$ de CH_4);

E – eficiência de coleta do gás (35%);

η – eficiência elétrica (28%); e

$31.536.000$ – fator de conversão ($segundos. ano^{-1}$).

Aplicando essa equação os autores chegaram às seguintes estimativas de geração de potência útil:

- A partir do biogás gerado pelos dejetos dos suínos: 122 MW no Brasil;
- A partir do biogás gerado pelos dejetos das aves: 136MW no Brasil;
- A partir do biogás gerado pelos dejetos dos bovinos: 1.032 MW no Brasil;

Os autores também estimaram que com essa energia disponível que poderia ser gerada pelos dejetos das criações animais mais representativas poderiam ser atendidas 9.417.631 pessoas no Brasil durante um mês, considerando um consumo médio *per capita* de 100 kWh/ mês. No entanto, ressaltam que a prioridade, porém seria a utilização deste potencial energético na própria granja, para aquecimento dos animais, funcionamento de motores e fornecimento de energia para a casa.

⁵ LUCAS JÚNIOR, J. **Algumas considerações sobre o uso do estrume de suínos como substrato para três sistemas de biodigestores anaeróbios**. 1994. 113f. Tese (Livre-Docência) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

3.11. Resíduos de Serviços de Transporte

A ANVISA, por meio da RDC nº 56 de 06 de agosto de 2008 (ANVISA, 2008), dispõe sobre o Regulamento Técnico de Boas Práticas Sanitárias no Gerenciamento de Resíduos Sólidos nas áreas de Portos, Aeroportos, Passagens de Fronteiras e Recintos Alfandegados. O Art. 7º da referida resolução classifica os resíduos conforme o Quadro 5:

Quadro 5: Classificação dos resíduos sólidos nas áreas de Portos, Aeroportos, Passagens de Fronteiras e Recintos Alfandegados dada pela RDC nº 56/08.

GRUPO	CONSTITUINTES
A: Resíduos que apresentem risco potencial ou efetivo à saúde pública e ao meio ambiente devido à presença de agentes biológicos consideradas suas características de virulência, patogenicidade ou concentração.	<p>Resíduos sólidos gerados:</p> <ul style="list-style-type: none">-Por viajantes ou animais a bordo de meios de transporte que apresentem anormalidades clínicas, com sinais e sintomas compatíveis com doenças transmissíveis;-Por óbito de pessoas ou animais ocorridos a bordo de meios de transporte, quando provocados por doença transmissível suspeita ou confirmada;-Por serviços de atendimento médico humano e animal a bordo de meios de transporte ou de enfermaria de bordo;-Por procedimentos de limpeza e desinfecção de sanitários de bordo, incluindo os resíduos coletados durante estes procedimentos (fralda, papel higiênico, absorvente e outros);-Por procedimentos de limpeza e desinfecção de superfícies expostas a fluidos, secreções e excreções orgânicas humanas e animais - incluindo os objetos que tenham entrado em contato com os mesmos quando não puderem sofrer processo de desinfecção de alto nível;-Em meios de transportes procedentes de áreas afetadas por doenças transmissíveis ou por outros agravos de interesse da saúde pública que possam ser veiculados por resíduos sólidos. <p>Quando descartados, também serão considerados potencialmente infectantes:</p> <ul style="list-style-type: none">-Cargas suspeitas de contaminação por agentes biológicos;-Resíduos gerados pelos serviços de atendimento médico e odontológico, por barbearias, salas de vacina e estabelecimentos afins, que tenham contato com sangue ou secreções;-Sangue e hemoderivados;-Meios de cultura, tecidos, órgãos, fetos e peças anatômicas;-Filtros de gases aspirados de área contaminada;-Os resíduos sólidos do grupo D que tenham entrado em contato com os resíduos descritos nos itens acima serão classificados como do grupo A.
B: Resíduos contendo substâncias químicas que podem apresentar risco à saúde pública ou ao meio ambiente.	<ul style="list-style-type: none">-Resíduos provenientes de área de manobras, industriais, manutenção, depósitos de combustíveis, áreas de treinamento de incêndio;-Produtos hormonais e produtos antimicrobianos; citostáticos; antineoplásicos; imunossuppressores; digitálicos; imunomoduladores; anti-retrovirais, quando descartados por serviços de saúde, farmácias, drogarias e distribuidores de medicamentos ou apreendidos, e os resíduos e insumos farmacêuticos dos medicamentos controlados pela Portaria MS 344/98 e suas atualizações;-Resíduos de saneantes, desinfetantes, desinfestantes, reagentes para laboratório; resíduos contendo metais pesados; inclusive os recipientes contaminados por

	estes; -Efluentes de processadores de imagem (reveladores e fixadores); -Efluentes dos equipamentos automatizados utilizados em análises clínicas; -Demais produtos considerados perigosos, conforme classificação da NBR 10.004 da ABNT (tóxicos, corrosivos, inflamáveis e reativos); -Drogas quimioterápicas e produtos por elas contaminados; -Resíduos farmacêuticos (medicamentos vencidos, contaminados, interditados ou não utilizados).
C: Enquadram-se neste grupo os rejeitos radioativos	-Materiais resultantes de laboratório de pesquisa e ensino na área de saúde e de laboratórios de análises clínicas; -Aqueles gerados em serviços de medicina nuclear e radioterapia que contenham radionuclídeos em quantidade superior aos limites de eliminação.
D: Resíduos que não apresentem risco biológico, químico ou radiativo à saúde ou ao meio ambiente, podendo ser equiparados aos resíduos domiciliares.	-Papel de uso sanitário, fralda e absorvente higiênico, não classificados como do grupo A; -Sobras de alimentos, exceto quando tiver outra previsão pelos demais órgãos fiscalizadores; -Resíduos provenientes das áreas administrativas; -Resíduos de varrição, flores, podas e jardins; -Resíduos de outros grupos após sofrerem tratamento adequado.
E: Materiais perfurocortantes ou escarificantes	lâminas de barbear, agulhas, escalpes, ampolas de vidro, brocas, limas endodônticas, pontas diamantadas, lâminas de bisturi, lancetas; micropipetas; lâminas e lamínulas; espátulas; todos os utensílios de vidro quebrados no laboratório (pipetas, tubos de coleta sanguínea e placas de Petri) e outros similares.

O Art. 20 inciso IV da Lei nº 12.305/10 descreve que os responsáveis pelos terminais e outras instalações referidas na alínea “j” do inciso I do art. 13 e, nos termos do regulamento ou de normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e, se couber, do SNVS, as empresas de transporte estão sujeitos à elaboração de plano de gerenciamento de resíduos sólidos, sendo que cabe aos municípios a definição das responsabilidades quanto à sua implementação e operacionalização, incluídas as etapas do plano de gerenciamento de resíduos sólidos a que se refere o art. 20 a cargo do poder público.

Os itens seguintes buscam trazer maiores detalhamentos sobre os resíduos de serviços de transporte e seus geradores.

3.11.1 Rodoviário

DAMATO & ROMANINI (2006) obtiveram em sua pesquisa informações, junto a concessionária Intervias que monitora a coleta e disposição de companhias terceirizadas nas rodovias por ela administrada, sobre os volumes mensais coletados durante o período de fevereiro de 2004 a fevereiro de 2005, os quais estão registradas na Tabela 18:

Tabela 18: Volume (m³) mensal de resíduos sólidos coletados pela concessionária, por rodovia, em fevereiro/2004 a fevereiro/2005.

Meses	SP-147	SP-191	SP-330	SP-215	SP-352	SP-157	Total geral
fev/04	212	203	813	195	66	8	1.497,1
mar/04	257	274	713	195,1	72	20	1.528,3
abr/04	234	243	914	193,15	63	12	1.659,15
mai/04	192,64	313	713	194,12	65	6	1.483,76
jun/04	280,3	314	468	191,2	165	12	1.430,5
jul/04	196	1214,2	813	199,12	53	33	2.508,32
ago/04	160	732,5	750	196,1	33	19	1.890,6
set/04	146	182	780	193,2	75	5	1.381,2
out/04	160	712	750	193	36	19	1.870,0
nov/04	287	603	850	194,6	52	8	1.994,6
dez/04	322	280	830	196,35	75	10	1.713,35
jan/05	243	730	800	197,56	44	3	2.990,56
fev/05	347	774	780	192,32	70,5	12,5	3.297,32
Total	3.036,94	6.574,7	9974,0	2.528,12	869,5	167,5	25.244,76
Média	233,61	505,75	767,23	194,47	66,88	12,88	1941,9

Fonte: Damato & Romanini (2006), adaptado pelo autor.

Damato & Romanini (2006) concluem que com a melhoria continua dos programas de varrição nas rodovias houve um aumento de mais de 100 % dos resíduos coletados em um ano. Este fato em si significa um aumento no indicador de pressão ambiental. Simultaneamente tem se constatado uma maior eficiência no processo voluntário de coleta seletiva de lixo. Este processo de melhoria contínua tem levado a uma redução da pressão para disposição de resíduos sobre os aterros sanitários municipais.

Não foram encontradas na literatura pesquisas diretamente relacionada com gestão de resíduos sólidos em rodoviárias.

Com relação aos veículos, segundo dados do Sindicato das Empresas de Sucata de Ferro e Aço (Sindinesfa) citado por CNT (2010), atualmente, apenas 1,5% da frota

brasileira de veículos que não está em circulação é reciclada. No Japão, o índice é de 70%; na Europa e nos Estados Unidos, chega a 95% dos carros fabricados.

O índice de materiais recicláveis nos carros é superior a 90% (Cesvi Brasil, Centro de Experimentação e Segurança Viária). Entre trinta e 35 componentes de um veículo podem ser reaproveitados, incluindo-se peças como porta, capô, faróis e lanternas. Peças metálicas, alumínio, plástico, tecido e fluidos são reprocessados até se transformarem em matéria-prima para a produção de outros produtos (CNT, 2010).

Paixão (2012 b) conclui em seu relatório que para atender à Política Nacional de Resíduos Sólidos, no tocante ao gerenciamento de resíduos de terminais rodoviários e ferroviários, faz-se necessário o estabelecimento, pelo poder público, por meio de um sistema de informações estruturado de cadastro de todas as concessionárias responsáveis pelos terminais. Neste sistema, o representante da concessionária, responsável pelo preenchimento dos dados, deverá declarar informações relacionadas à segregação, ao acondicionamento, ao armazenamento, ao transporte, ao tratamento e à destinação final dos resíduos gerados nos terminais.

3.11.2. Ferroviário

A grande parte das ferrovias brasileiras foi construída e instalada há muitos anos. Assim, sua operação e manutenção adotavam procedimentos estabelecidos em uma época em que as variáveis ambientais não eram consideradas na forma como o são hoje em dia.

Segundo ANTT (2010), em 2009 havia 2.919 locomotivas, 92.814 vagões, sendo que 1.27 milhões de passageiros foram transportados em ferrovias brasileiras.

Um terminal ferroviário de carga é composto por um sistema dinâmico no qual são realizados o tráfego de trens, o transbordo de mercadorias dos vagões para os meios complementares de dispersão e concentração, a transferência direta do vagão para o cliente e vice-versa e o armazenamento temporário de mercadorias (SINAY, 1997 *apud* CRUZ, 2004).

CRUZ (2004) propõe como um dos indicadores ambientais para operações do transporte ferroviário de carga a quantidade de resíduos gerados, parâmetro a ser monitorado a fim de verificar a quantidade de resíduos gerados nas atividades da operação da ferrovia. Este parâmetro é medido em quilogramas (kg) ou metros cúbicos (m³) de resíduos gerados por cada uma das oficinas de manutenção, pelas usinas de beneficiamento, pelo processo de carregamento dos vagões, entre outros. Os padrões

para monitoramento deste parâmetro devem ser definidos pela empresa. Em caso das medições excederem os padrões, devem ser elaborados programas de conscientização para os funcionários da empresa com o objetivo de se tratar adequadamente os resíduos, assim como programas para implementar mecanismos de reutilização dos mesmos.

Paixão (2012b) cita o estudo de caso da Ferrovia Centro-Atlântica que realiza a gestão de resíduos em terminais ferroviários, atuando em mais de 8 mil quilômetros de extensão e atravessando sete estados brasileiros (Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro, Sergipe, Goiás, Bahia, São Paulo) e o Distrito Federal. A concessionária possui procedimento interno para gestão de resíduos classe I e II e realiza inventários mensais de resíduos, por intermédio do lançamento dos dados em um sistema interno de gestão em meio ambiente, no qual foram estabelecidas metas definidas para redução da geração de resíduos. A concessionária realiza treinamento dos empregados e das comissões de meio ambiente de cada unidade, e a destinação final de resíduos classe I, incluindo-se o óleo lubrificante utilizado, é efetuada somente por empresas homologadas pela Vale.

Os resíduos de dormentes existentes ao longo da ferrovia são destinados para confrontantes (proprietários das terras que fazem limite com as faixas de domínio da ferrovia). O principal objetivo da doação de dormentes aos fazendeiros é que estes mantenham a cerca de divisa da sua propriedade com a ferrovia em bom estado de conservação, evitando-se atropelamento de animais (PAIXÃO, 2012 b).

As embalagens de glifosato (herbicida sistêmico não seletivo, utilizado com a finalidade de manter o terreno próximo às vias férreas sem ervas) são destinadas às cooperativas cadastradas no Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias (INPEV), depois da tríplice lavagem e perfuração. A sucata metálica (trilhos, chapas etc.), por sua vez, é vendida a empresas homologadas pela Vale, para a reciclagem dos resíduos classe II. As lâmpadas fluorescentes contendo mercúrio são destinadas à reciclagem. Os resíduos classe I da Ferrovia Centro-Atlântica são enviados para coprocessamento. Entre os resíduos gerados, estão as borras oleosas; as borrachas não cloradas; o lastro contaminado; as borras de tintas; os solventes; os pneus; os trapos e as estopas contaminadas; as resinas fenólicas; o papel e o plástico contaminados com óleo; e os elementos filtrantes de filtros de óleo (*op cit*).

3.11.3. Porto

Segundo ANTAQ (2013), os resíduos na atividade portuária podem ser divididos em:

- gerados pelas embarcações, como rejeitos sanitários, resíduo oleoso, resíduos de saúde, proveniente das enfermarias e
- gerados nas instalações portuárias, como rejeitos sanitários, resíduos oleosos provenientes de atendimento a vazamento (material absorvente contaminado) ou de oficinas de manutenção de equipamentos, localizadas dentro da área do porto, resíduos de saúde, material de escritório, de varrição, com sobras da operação de carga/descarga, entre outros.

No caso do lixo gerado a bordo, esse deve ser anotado no Livro de Registro de Bordo (*Garbage Record Book*) que deve ser entregue à Administração do Porto.

De acordo com o art. 5º da Lei Federal nº 9966/2000 (que dispõe, dentre outros aspectos, sobre prevenção, controle e fiscalização da poluição causada) todo porto organizado, instalação portuária e plataforma, bem como suas instalações de apoio, disporá obrigatoriamente de instalações ou meios adequados para o recebimento e tratamento dos diversos tipos de resíduos e para o combate da poluição, observadas as normas e critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente (BRASIL, 2000).

A Anvisa publicou a RDC 56/2008, em complemento e modificação a RDC 217/01, que dispõe sobre o Regulamento Técnico de Boas Práticas Sanitárias no Gerenciamento de Resíduos Sólidos nas áreas de portos, aeroportos, passagens de fronteiras e recintos alfandegados. Esta norma disciplina os procedimentos a serem adotados no gerenciamento dos resíduos sólidos nos portos.

Está disponível no site do ANTAQ o “Manual Detalhado de Instalações Portuárias para Recepção de Resíduos- IMO, resultado da tradução de documento produzido pela Organização Marítima Internacional- IMO, o qual detalha uma série de dispositivos para recepção e tratamento de resíduos provenientes das embarcações e de suas cargas.

A Resolução ANTAQ nº 2190 de 28 de julho de 2011 aprovou a norma para disciplinar a prestação de serviços de retirada de resíduos de embarcações para atender inclusive a lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010. A referida resolução estabelece dentre outras coisas:

“Art. 8º A empresa coletora de resíduos contratada deverá apresentar,

imediatamente após o término do serviço, os seguintes documentos relativos à prestação dos serviços:

I - ao gerador de resíduos contratante ou ao seu representante: notas fiscais de faturamento dos serviços prestados, certificado de retirada de resíduos de embarcação e outros documentos pertinentes à prestação de serviço de coleta de resíduos;

II - à autoridade controladora: cópia do certificado de retirada de resíduos de embarcação e cópia do manifesto de transporte dos resíduos” (ANTAQ, 2011, p.5).

Em relação ao panorama internacional, a diretiva europeia 2000/59/EC do Parlamento e Conselho Europeu de 2000 para instalações portuárias de resíduos de navios e cargueiros são aplicadas para todos os navios e portos que operam nos Portos dos Estados- Membros, objetivando aumentar a proteção do meio ambiente marinho com a redução de descartes gerados por resíduos de navios e cargueiros, através melhoria na disponibilidade de uso das instalações portuárias de recepção. Isto inclui disposição de instalações de recepção portuária, recepção de resíduos e planos de manuseio, notificação, entrega do resíduo gerado em navio, taxas por resíduo gerado em navio, entrega de resíduos de cargueiros, fazer cumprir, penalidades, entre outras medidas (CESAR, 2005).

A maioria dos portos alemães possui instalações para recepção dos óleos, resíduos e produtos químicos. A política das instalações de recepção adotou o sistema “poluidor- pagador” para minimizar os custos dessas operações. Com relação ao Reino Unido, portos e terminais devem providenciar instalações de recebimento para misturas oleosas, produtos químicos e resíduos, para navios que necessitem descarregar essas substâncias. Nos portos da Austrália e Nova Zelândia, o tratamento de resíduo, requerido previamente ao reuso, reciclagem ou ao descarte, podendo ocorrer na instalação de recepção ou na instalação onde foi contratado (CESAR, 2005).

CARVALHO & ABDALAH (2012) analisando, como estudo de caso, o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos do Porto do Rio Grande (PGRS/ SUPRG) descrevem, dentre outras coisas, que a tipologia dos resíduos gerados é elencada, que a segregação dos materiais deve ser feita no momento do descarte como forma de prevenir a contaminação cruzada e que os resíduos coletados a bordo de embarcações atracadas sejam autoclavados e suas cinzas dispostas em vala séptica. Afirma ainda que

a partir da análise dos documentos é possível afirmar que o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos do Porto Novo atende, documentalmente à RDC nº 56.

Os autores também analisaram a corrente gestão de resíduos sólidos no porto em pauta e identificaram várias não conformidades, citando: a precária caracterização da área e que a Divisão de Meio ambiente, Saúde e Segurança (DMASS) não possui informações sistematizadas a respeito da ocupação da área do porto, nem mesmo da carga presente nos armazéns e que assim é muito difícil prever a quantidade e tipologia de resíduos gerados, organizar sua retirada e efetuar atividades de acompanhamento e fiscalização.

O Porto Novo possui 14 pontos de coleta de resíduos sólidos, 11 deles equipados com tambores coletores de 320 litros, alguns identificados e outros sem aparente identificação. No total o terminal conta com 22 tambores coletores. Em diversas áreas do porto foram verificadas situações de deposição de materiais a céu aberto, por exemplo, paletes usados e material de construção. Esse tipo de material, além de causar problemas estéticos, dando a impressão de que existe desleixo, proporciona abrigo a vários elementos da fauna sinantrópica nociva (CARVALHO & ABDALAH, 2012).

CARVALHO & ABDALAH (2012) concluem que desde um ponto de vista burocrático e administrativo a gestão de resíduos sólidos do Terminal Porto Novo do Porto do Rio Grande atende às especificações legais, porém, na prática, não foi constatada uma gestão estruturada dos resíduos, apenas uma tentativa de cumprir com a exigência legal de possuir um documento de gestão bem estruturado, o que caracteriza uma gestão voltada para o atendimento de imposições legais e pouco preocupada com a prática e com a realidade das operações desenvolvidas em sua área de abrangência.

3.11.4. Aeroporto

Segundo SCHNEIDER (2004), o Brasil possui 2.014 aeródromos, contando com 715 aeródromos públicos dos quais 28 são aeroportos internacionais.

Li *et al* (2003) analisou a composição dos resíduos sólidos produzidos a bordo de vôos de rotas curtas, médias e longas, nas três classes de passageiros existentes (econômica, executiva e primeira classe), bem como estimativa *per capita*. Os resultados apontaram para uma geração de 0,38 kg/passageiro classe econômica, enquanto esse índice é de 2,84 kg/ passageiro da primeira classe. A justificativa encontrada para maior geração (em kg) por passageiro na primeira classe são as maiores quantidades de resíduos mais “pesados” tais como comida, garrafas de água e jornal. A

análise da composição dos resíduos de cozinha e cabine da classe econômica (mais representativa em número de passageiros), em um voo de rota longa apresentou os seguintes resultados: papel seco- 32%, papel descartável- 15%, plástico transparente (copos)- 13%, restos de alimentos- 9% , vidro- 9%, plástico rígido- 4%, plástico filme- 4%, tecido-4%, embalagens de alumínio- 3% e outros- 7%.

A Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária (Infraero) é a principal responsável pela implantação, administração, operação e exploração industrial e comercial de aeroportos brasileiros, possuindo uma rede de 66 aeroportos, 69 grupamentos de navegação aérea (GNA) e 34 terminais de carga (INFRAERO, 2011).

Com o lançamento da Política Nacional de Resíduos Sólidos, em 2010, a Empresa iniciou a revisão dos planos de gerenciamento de resíduos de todos os aeroportos (*op cit*).

A Coordenação do Programa Fauna, Resíduos e Riscos Ambientais da Infraero de 2011, citado por VENTURA (2012) forneceu dados correspondentes a janeiro até maio de 2011 dos resíduos gerados nos aeroportos brasileiros, tais como: total de resíduos gerados mensalmente, em peso, ano de implantação/ atualização do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos; nº de autoclaves e incineradores em operação, quantidade de diversos resíduos coletados em peso ou volume.

De acordo Ventura (2012) os dados de resíduos sólidos coletados variam de acordo com o porte dos aeroportos, do sistema de controle e gerenciamento dos resíduos sólidos e da implantação/atualização do PGRS.

Muitos aeroportos não quantificaram determinados resíduos como os eletroeletrônicos, podas, RCC, pallets, filtros de óleo combustível.

Uma vez que a presente dissertação trabalha em cima do estado de SP, as tabelas seguintes ilustram os principais dados obtidos pela Coordenação do Programa Fauna, Resíduos e Riscos Ambientais da Infraero de 2011, citado por Ventura (2012) para a Superintendência Regional de São Paulo (SRSP).

Tabela 19: Resíduos gerados na Superintendência Regional de São Paulo (SRSP) da Infraero

Aeroporto	total de resíduos gerados por mês no aeroporto (média em kg)	Ano do PGRS (com atualizações)	nº de autoclaves e incineradores operando	Lâmpadas (un/mês)
SBGR	1.054.363,50	2005	0	2000
SBKP	99.010,40	2011	0	540
SBMT	20.225,00	2010	0	46
SBSJ	78,3 m³	2004	0	10
SBSP	144.000	2010	0	39 kg/mês

Fonte: Coordenação do Programa Fauna, Resíduos e Riscos Ambientais da Infraero de 2011, citado por Ventura (2012)

Tabela 20: Resíduos gerados na Superintendência Regional de São Paulo (SRSP) da Infraero (continuação)

Aeroporto	Pilhas e baterias	Pneus	Óleos lubrificantes/ combustíveis	Resíduos infectantes
SBGR	93 un/mês	63 kg/mês	58,33 L/mês	24.083,5 kg/mês
SBKP	830 kg/mês	15 un/mês	Não estimado	4.424 kg/mês
SBMT	1 un/mês	1 un/mês	37 kg/mês	0
SBSJ	10 un/mês	1 un/mês	20 L/mês	0
SBSP	67 kg/mês	67 kg/mês	534 kg/mês	153,5 m³/mês

Fonte: Coordenação do Programa Fauna, Resíduos e Riscos Ambientais da Infraero de 2011, citado por Ventura (2012).

O Aeroporto de São Paulo/Congonhas (SP) alcançou a média de uma tonelada de resíduos reciclados por dia com o programa Coleta Seletiva Solidária (CSS), que por sua vez integra o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos do aeroporto. O programa criou uma série de procedimentos para a coleta e destinação correta de resíduos gerados no terminal paulista, desde a separação do material reciclável até sua destinação, realizada por cooperativa de reciclagem conveniada. Por dia, são recolhidas em Congonhas cerca de cinco toneladas de resíduos, somando o lixo comum e os

materiais recicláveis, o que significa que 20% dos resíduos produzidos no terminal já são reaproveitados. Os resíduos recicláveis são entregues a cooperativas habilitadas pela Infraero (INFRAERO, 2013).

WEBER & MATTIODA (2012) analisou como é realizada a coleta, o transporte, e a destinação final dos resíduos sólidos das aeronaves de transporte regular de passageiros que operam no Aeroporto Internacional Afonso Pena com informações obtidas junto à área de gestão ambiental. As principais informações obtidas por essa pesquisa estão descritas a seguir:

-Os rejeitos do banheiro, considerados pela ANVISA como infectantes, bem como os resíduos líquidos, são primeiramente retirados da aeronave através de um equipamento acoplado no avião. Este equipamento realiza a esterilização do local da retirada. Depois, os rejeitos são transportados até o ponto de coleta chamado “cloaca”, que os direciona para uma lagoa de tratamento biológico, localizada dentro de área do aeroporto, mas afastada do terminal de passageiros;

-No que diz respeito aos resíduos sólidos das aeronaves, estes podem ser resumidos em:

- Resíduos pertencentes ao grupo “A”, mais especificamente os resíduos infectantes provenientes da limpeza de banheiros, como por exemplo, papéis higiênicos, fraldas e absorventes utilizados; e
- Resíduos pertencentes ao grupo “D”. Estes podem ser os orgânicos, como no caso dos restos de alimentos servidos a bordo; recicláveis (como papéis, plásticos, revistas, embalagens e latas de alumínio) e demais resíduos;

-Para a coleta dos resíduos sólidos das aeronaves, cada companhia aérea contrata uma empresa terceirizada. Após este procedimento, no aeroporto em questão, todos os resíduos citados são transportados em sacos pretos até uma área específica da INFRAERO. Nesta área os resíduos são segregados e, conforme sua classificação, destinados ao tratamento e disposição final adequada. Vale mencionar que no caso dos resíduos do grupo A há ainda uma inativação dos mesmos através de um sistema de autoclaves.

SCHNEIDER (2004) realizou caracterização de resíduos sólidos provenientes das aeronaves e das instalações do aeroporto internacional Salgado Filho. Para caracterização dos resíduos provenientes das aeronaves do aeroporto internacional Salgado Filho foram amostrados cinco vôos no dia 17 de março de 2003, sendo três vôos nacionais e dois internacionais. Os resíduos foram amostrados por completo, todo

o material amostrado foi segregado e pesado separadamente, de acordo com o tipo de resíduo. A Figura 5 ilustra o resultado final das amostragens dos resíduos das aeronaves.

Figura 5: Resultado final das amostragens dos resíduos das aeronaves- composição física.

Fonte: SCHNEIDER (2004).

A autora relata que os resíduos provenientes das aeronaves demonstram um bom potencial para reciclagem, pois como pode ser observado, 48% dos resíduos gerados são papéis, seguido de matéria orgânica- 15% e plásticos- 14%. Para um total de 448 passageiros, foram gerados 66,3 kg de resíduos, portanto estima-se que a geração per capita seja 0,1 kg.

SCHNEIDER (2004) afirma que a amostragem do sítio aeroportuário foi efetuada após a conclusão do serviço de coleta interna da INFRAERO, correspondendo a um dia de geração de resíduos sólidos do aeroporto, assim não foi possível efetuar levantamento quantitativo e qualitativo dos resíduos sólidos gerados por unidade geradora. O procedimento utilizado foi de quarteamento. E o resultado final das amostragens dos resíduos do sítio aeroportuário encontra-se na Figura 6.

Figura 6: Resultado final das amostragens dos resíduos do sítio aeroportuário-composição física.

Fonte: SCHNEIDER (2004).

A autora afirma que os resíduos provenientes do sítio aeroportuário, assim como os resíduos provenientes das aeronaves, demonstram um bom potencial para reciclagem, pois como pode ser observado 58% dos resíduos gerados no sítio aeroportuário são papéis e 20% de plásticos. Destaca-se também a baixa concentração de matéria orgânica, apenas 3%. Aponta com ressalva que os seguintes resíduos não puderam ser quantificados: resíduos perigosos (serviços de saúde, farmácia e manutenção de equipamentos e aeronaves), lâmpadas, pilhas, resíduos das aeronaves provenientes da área de risco sanitário, dentre outros.

Os resultados apontados pela referida pesquisa devem ser vistos com cuidado devido à baixíssima amostragem da caracterizações físicas feitas e também devido ao dinamismo do setor no que tange à flutuação dos resíduos (aspectos qualitativos e quantitativos).

3.12. Resíduos de Mineração

Praticamente, toda atividade de mineração implica supressão de vegetação ou impedimento de sua regeneração. Em muitas situações, o solo superficial de maior fertilidade é também removido, e os solos remanescentes ficam expostos aos processos erosivos que podem acarretar em assoreamento dos corpos d'água do entorno. A qualidade das águas dos rios e reservatórios da mesma bacia, a jusante do empreendimento, pode ser prejudicada em razão da turbidez provocada pelos sedimentos finos em suspensão, assim como pela poluição causada por substâncias lixiviadas e carreadas ou contidas nos efluentes das áreas de mineração, tais como óleos, graxa, metais pesados. Estes últimos podem também atingir as águas subterrâneas. Com frequência, a mineração provoca a poluição do ar por particulados suspensos pela atividade de lavra, beneficiamento e transporte, ou por gases emitidos da queima de combustível. outros impactos ao meio ambiente estão associados a ruídos, sobrepressão acústica e vibrações no solo associados à operação de equipamentos e explosões (MECHI & SANCHES, 2010).

Com relação aos resíduos, o Art. 13 inciso I alínea “k” da Lei Federal nº 12.305 de 02 de agosto de 2010 (BRASIL, 2010 a) define:

“resíduos de mineração: os gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios”.

Resíduos sólidos gerados nas operações de lavra e processamento mineral pode ser classificado preliminarmente em estéreis e rejeitos (MACHADO, 2007).

A Resolução CNRH nº 29 de 11 de Dezembro de 2002 (CNRH, 2002), em seu Art. 1º define:

“VI- estéril: qualquer material não aproveitável como minério e descartado pela operação de lavra antes do beneficiamento, em caráter definitivo ou temporário”;

“VII- rejeito: material descartado proveniente de plantas de beneficiamento de minério”

As características dos rejeitos da mineração em termos de granulometria estão diretamente ligadas ao tipo de minério bruto lavrado e do processo industrial de

beneficiamento utilizado. Sua composição pode abranger uma ampla faixa de materiais, variando desde solos com características arenosas, não plásticos (rejeitos granulares) até solos de granulometria muito fina e alta plasticidade (lamas). O rejeito da mineração, apesar de ser muito arenoso, apresenta condutividade hidráulica relativamente baixa, provavelmente em razão da presença de muita areia fina (MACHADO, 2007).

O descarte pode ser na forma a granel (transportados por meio de caminhões ou correias transportadoras), ou na forma de polpa (mistura de água e sólidos, sendo aproximadamente 70% de água), transportada por meio de tubulações com utilização de sistemas de bombeamento ou por gravidade. De forma geral, pode-se dizer que os rejeitos podem ser dispostos em minas subterrâneas, em cavas exauridas de minas, em pilhas, por empilhamento a seco, por disposição em pasta ou em barragens de contenção de rejeitos (DUARTE, 2008; LOZANO, 2006).

O Art. 1º da Resolução CNRH nº 29 de 11 de Dezembro de 2002 (CNRH, 2002) define:

“VIII- sistema de disposição de estéril: estrutura projetada e implantada para acumular materiais, em caráter temporário ou definitivo, dispostos de modo planejado e controlado em condições de estabilidade geotécnica e protegidos de ações erosivas.”

“IX - sistema de disposição de rejeitos: estrutura de engenharia para contenção e deposição de resíduos originados de beneficiamento de minérios, captação de água e tratamento de efluentes”.

A seleção de um método ou outro para disposição dos rejeitos depende da natureza do processo de mineração, das condições geológicas e topográficas da região, das propriedades mecânicas dos materiais e do poder de impacto ambiental do contaminante dos rejeitos. Entre os métodos de disposição, as barragens de contenção de rejeitos ainda são as preferidas (DUARTE, 2008).

Figura 7: Barragem de contenção de rejeitos da mineração Rio Pomba Cataguases, Mirai - MG (Duarte, 2008).

Szymanski (1999) cita as principais diferenças existentes entre as barragens convencionais e as barragens de contenção de rejeitos: Barragem de contenção de rejeitos são tipicamente construídas em estágios, enquanto que as barragens convencionais são geralmente construídas em estágio único, em curto período de tempo. Como resultado, as condições das barragens de contenção de rejeitos estão sempre mudando com o aumento progressivo da carga dos rejeitos na fundação do reservatório com o tempo, e por isso sua segurança deve ser continuamente reavaliada. Uma condição estável não é alcançada até que cesse a operação da mina.

As barragens de contenção de rejeitos de mineração são estruturas complexas e dinâmicas que requerem cuidados especiais na elaboração dos projetos de engenharia, operação, manutenção das estruturas, bem como para o descomissionamento. No histórico de acidentes reportados pela ICOLD (2001), as principais causas do rompimento de barragens são problemas de fundação, capacidade inadequada dos vertedouros, instabilidade dos taludes, falta de controle da erosão, deficiências no controle e inspeção pós-fechamento e falta de dispositivos graduais de segurança ao

longo da vida útil. Rompimentos em barragens de contenção de rejeitos podem ter consequências gravíssimas, conforme Figura 8:

Figura 8: Impactos de rompimento em barragem no município de Mirai-MG (Duarte, 2008).

3.12.1. Geração- Relatório da FEAM referente a mineração (ano base 2011).

No início de 2008, a Secretaria de Estado e Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Minas Gerais- SEMAD implantou o Banco de Dados Ambientais (BDA), o qual é um banco estruturado em módulos através dos quais os usuários prestam as informações solicitadas online.

As informações prestadas referem-se ao período de janeiro a dezembro de 2011 e se estratificam em 04 grandes blocos: dados gerais do empreendimento; dados sucintos do processo produtivo; dados sobre a geração de resíduos; dados de destinação dos resíduos. As tabelas a seguir ilustram os principais resultados obtidos no inventário.

Tabela 21- Quantidade de empresas por tipologia

Tipologia	Quantidade de empresas	%
A-01 Lavra Subterrânea.	14	4,58
A-02 Lavra a céu aberto.	261	85,29
A-03 Extração de Areia, Cascalho e Argila, para utilização na construção civil.	11	3,59
A-04 Extração de Água Mineral ou Potável de Mesa	15	4,90
A-05 Unidades Operacionais em área de mineração, inclusive unidades de tratamento de minerais	5	1,63
Total	306	100,00

Fonte: FEAM (2012)

Tabela 22: Quantidade de gerada de resíduos, estéreis e rejeitos.

Resíduos	Quantidade gerada (t)	%
Estéril	428.751.253,202	66,29
Rejeito	184.457.533,129	28,52
Resíduos	33.581.244,102	5,19
Total	646.790.030,433	100,00

Fonte: FEAM (2012)

Tabela 23: Porcentagem dos 10 resíduos mais gerados

Sequencia	Resíduos mais gerados	Quantidade gerada	%
1	Finos de minério de ferro	32.500.329,00	96,78
2	Resíduo não reciclável	180.060,410	0,54
3	Resíduos contaminados com óleo e graxa	139.654,279	0,42
4	Sucata de metais ferrosos	119.557,464	0,36
5	Escória de forno elétrico	112.135,520	0,33
6	Pneus	109.772,885	0,33
7	Resíduos de madeira contaminado ou não contaminado	73.343,691	0,22
8	Resíduos de papel/papelão e plástico	55.530,00	0,17
9	Resíduos sanitários	48.635,224	0,14
10	Óleo lubrificante/Combustível usado	48.451,948	0,14
	Total	33.387.340,741	99,42

Fonte: FEAM (2012)

Os dados dos resíduos gerados podem estar mascarados devido à 85,29% dos tipos de mineração amostrados ser apenas do tipo A-02, então os resíduos totais terão quase toda sua influencia dos resíduos gerados no tipo A-02 que foi que aconteceu: nesse tipo foram gerados os 32.500.329,00 t de finos de ferro que correspondeu à 97,4% do total dos resíduos naquela classe amostrada.

3.13. Coleta Seletiva

A coleta diferenciada de materiais recicláveis, triados na fonte, feita de forma complementar à coleta regular, é denominada coleta seletiva, e pode ser realizada porta-a-porta ou por entrega voluntária (SILVA *et al*, 2010).

A Lei nº 12.305/10 traz as seguintes definições:

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

(...)

V- coleta seletiva: coleta de resíduos sólidos previamente segregados conforme sua constituição ou composição;

(...)

XIV - reciclagem: processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes do Sisnama e, se couber, do SNVS e do Suasa” (BRASIL, 2010a, p.2).

A reciclagem é importante porque possibilita a preservação de recursos minerais e energéticos; a reciclagem do alumínio, por exemplo, economiza 95% de energia, quando comparada ao processo a partir da matéria-prima mineral (bauxita), além de permitir também o aumento da vida útil dos aterros sanitários (TENÓRIO; ESPINOSA, 2004).

A coleta seletiva de materiais recicláveis que são encaminhados para centrais de triagem tem sido realizada de acordo com diferentes modelos: exclusivamente pelas prefeituras; pelas prefeituras em conjunto com cooperativa ou exclusivamente por catadores. Já em relação ao processo de triagem, prensagem, enfardamento e comercialização do material, o poder público costuma não interferir nas atividades realizadas pelas cooperativas (RIBEIRO *et al*, 2009 ⁶ *apud* BESEN, 2011).

Levando em conta os aspectos financeiros, tem sido observado que a implantação de coleta seletiva pode encarecer o processo de gerenciamento de resíduos sólidos. Portanto, a decisão sobre qual programa de coleta adotar não deve envolver somente as possibilidades financeiras e sim uma reflexão maior que leve em conta a sustentabilidade e a cidadania (TENÓRIO; ESPINOSA, 2004).

CEMPRE (2013) apresenta os resultados do Ciclossoft, uma pesquisa atualizada da coleta seletiva em cidades brasileiras, indispensável para o desenvolvimento do setor de reciclagem no país.

Os principais resultados estão expressos a seguir:

- 766 municípios brasileiros (cerca de 14% do total) operam programas de coleta seletiva. A concentração dos programas municipais de coleta seletiva permanece nas

⁶ RIBEIRO, H; JACOBI, P.R.; BESEN, G.R.; GÜNTHER, W.M.R; DEMAJOVIC, J; VIVEIROS, M. **Coleta seletiva com inclusão social: cooperativismo e sustentabilidade**. São Paulo: Annablume, 2009.

regiões Sudeste e Sul do País. Do total de municípios brasileiros que realizam esse serviço, 86% está situado nessas regiões.

- A maior parte dos municípios ainda realiza a coleta de porta em porta (88%);
- Os Postos de Entrega Voluntária são alternativas para a população poder participar da coleta seletiva (53%);
- Tanto o apoio quanto a contratação de cooperativas de catadores, como parte integrante da coleta seletiva municipal, continua avançando (72%).

A coleta seletiva dos resíduos sólidos municipais é feita pela própria Prefeitura em 48% das cidades pesquisadas; Empresas particulares são contratadas para executar a coleta em 26%; E mais da metade (65%) apóia ou mantém cooperativas de catadores como agentes executores da coleta seletiva municipal. O apoio às cooperativas está baseado em: maquinários, galpões de triagem, ajudas de custos com água e energia elétrica, caminhões, capacitações e investimento em divulgação e educação ambiental.

Foi obtida uma composição gravimétrica média da coleta seletiva, utilizando-se os dados de 18 municípios, sendo 12 capitais de Estados e Distrito Federal (figura 9).

Figura 9: Composição Gravimétrica média da coleta seletiva

Fonte: CEMPRE (2013)

Espera-se que a exigência de elaboração dos Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos funcione como uma mola propulsora para criação de

programas de coleta seletiva nos municípios que ainda não a tem e de aperfeiçoamento para os já de existentes, priorizando a inclusão social.

3.14. Logística Reversa

O Art. 3º da Lei Federal nº 12.305/10, em seu inciso XII, define:

“logística reversa: instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada” (BRASIL, 2010a, p.2)

De maneira complementar, o Art. 33 da mesma lei estabelece:

“São obrigados a estruturar e implementar sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de:

- I - agrotóxicos, seus resíduos e embalagens, assim como outros produtos cuja embalagem, após o uso, constitua resíduo perigoso, observadas as regras de gerenciamento de resíduos perigosos previstas em lei ou regulamento, em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama, do SNVS e do Suasa, ou em normas técnicas;
- II - pilhas e baterias;
- III - pneus;
- IV - óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens;
- V - lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista;
- VI - produtos eletroeletrônicos e seus componentes.” (BRASIL, 2010a, p. 16-17).

Assim, buscou-se levantar informações na literatura sobre cada um dos resíduos que são obrigados pela PNRS a passarem pelo sistema de logística reversa, gerando os subitens seguintes.

3.14.1. Pneus

Em 2010, foram fabricados 67,3 milhões de pneus, exportados 18,1 milhões e importados 23,9 bilhões (ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS INDÚSTRIAS DE PNEUMÁTICOS, 2011).

Os pneus são descartados quando trocados por novos ou quando os carros, caminhões e ônibus chegam ao final da sua vida útil. Em muitos países, os pneus são

deixados em centros de coleta e os consumidores pagam uma taxa que financia a logística reversa dos pneus usados. A partir deste momento é feita uma triagem, analisando se as carcaças dos pneus têm condição ou não de serem utilizadas no processo de reforma. As que têm condições são encaminhadas às empresas que fazem recauchutagem, as que não apresentam condições de serem reformadas são encaminhadas para as empresas de reciclagem e valorização energética (LAGARINHOS, 2011).

Diante da necessidade de destinação adequada dos pneus descartados, foi criada, a Reciclanip, em março de 2007, pelos fabricantes de pneus Bridgestone, Goodyear, Michelin e Pirelli (em 2010, a Continental juntou-se à entidade). A Reciclanip é uma entidade sem fins lucrativos com o objetivo de coletar e destinar adequadamente esse resíduo.

Segundo RECICLANIP (2013), os acordos com as Prefeituras Municipais têm permitido a ampliação do número de Pontos de Coleta de Pneus em todo País. Em 2008, a Reciclanip encerrou o ano com mais de 339 Pontos de Coleta de Pneus. Em 2012, haviam 743 pontos de coleta.

Segundo RECICLANIP (2013), as principais destinações dos pneus foram:

- co-processamento, pelo seu alto poder calorífico os pneus inservíveis são largamente utilizados como combustível alternativo em fornos de cimenteiras, em substituição ao coque de petróleo;
- a borracha retirada dos pneus inservíveis dá origem a diversos artefatos, entre os quais tapetes para automóveis, pisos industriais e pisos para quadras poliesportivas;
- processo de laminação: os pneus não-radiais são cortados em lâminas que servem para a fabricação de percintas (indústrias moveleiras), solas de calçados, dutos de águas pluviais, etc;
- Asfalto borracha: adição à massa asfáltica de pó de borracha oriundo da trituração de pneus inservíveis. O asfalto-borracha tem uma vida útil maior, além de gerar um nível de ruído menor e oferecer maior segurança aos usuários das rodovias.

Com relação ao co-processamento, utilizando pneus como combustível alternativo em fornos de cimenteiras, o processo deve ser controlado de tal forma a minimizar as emissões atmosféricas. É necessário também realizar monitoramento de forma não contínua por entidade externa, com periodicidade estipulada pelos órgãos ambientais, contemplando os seguintes parâmetros: SO_x, PCOPs (principais compostos orgânicos perigosos), HCl/Cl₂, HF e dioxinas e furanos (FREITAS, 2010).

Em 2011, a entidade coletou e destinou de forma ambientalmente correta mais de 320 mil toneladas de pneus inservíveis, quantia que equivale a 64 milhões de unidades de pneus de carros de passeio. Desde 1999, quando começou a coleta pelos fabricantes, 1,86 milhão de toneladas de pneus inservíveis foram coletados e destinados adequadamente, o equivalente a 373 milhões de pneus de passeio. Desde então, os fabricantes de pneus já investiram US\$ 159,8 milhões no programa até dezembro de 2011 (RECICLANIP, 2013).

3.14.2 Óleos lubrificantes usados

Os óleos lubrificantes possuem a característica de não ser totalmente consumido durante a sua vida útil, o que diferencia dos demais derivados de petróleo, criando responsabilidades em relação à adequada destinação dos resíduos gerados ao final do seu uso. Ademais, recentemente, em 2010, a Lei Federal 12.305/2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos, estabeleceu a obrigatoriedade da logística reversa para o setor de óleos lubrificantes, cujas regras e metodologias serão definidas através de acordos setoriais (CANCHUMANI, 2013).

Após certo tempo de vida útil, os óleos lubrificantes acumulam compostos químicos tóxicos e precisam ser substituídos por óleos novos, surgindo então, os óleos lubrificantes usados. A Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, por meio da NBR 10004: 2004, classifica o óleo lubrificante usado como resíduo perigoso por apresentar toxicidade (ABNT, 2004; BRASIL, 2005). Sendo assim o seu descarte inadequado pode causar graves danos ambientais no solo e na água e sua combustão gera gases residuais nocivos.

A legislação brasileira considera a processo tecnológico-industrial chamado genericamente de rerrefino como o método ambientalmente mais seguro para a reciclagem do óleo lubrificante usado ou contaminado. Portanto, no Brasil, o rerrefino é a única destinação final permitida, não se possibilitando o aproveitamento para fins energéticos, como ocorre em alguns países da Europa e nos EUA (CANCHUMANI, 2013).

Os tratamentos de regeneração ou rerrefino são processos industriais com objetivo de produzir óleos básicos. Existem diversas tecnologias no mercado, porém, as etapas em comum são o pré-tratamento do óleo usado, limpeza de óleos usados, fracionamento de óleos usados e tratamento final dos óleos usados (EC, 2006).

A re-refinação implica na remoção de contaminantes (em geral elementos inorgânicos), produto da oxidação e aditivos. Com este procedimento obtêm-se óleos bases para a produção de novos lubrificantes. O processo é utilizado em refinarias e trata-se em rigor, de uma pré-destilação, tratamento ácido, extração por solventes, separação em evaporadores de película, passagem por carvão ou argila ativada e desidratação. É um procedimento muito mais completo e controlado do que as categorias anteriores. Usualmente obtêm-se produtos secundários, como resíduos da destilação, utilizados em derivados do asfalto e filtros desmetalizados, ainda, referente à derivados para fração de asfalto, pode ser empregada para a fabricação de membranas e outros produtos asfálticos (pinturas, seladores, e outros) (SCAPIN, 2008).

O controle da produção de óleos lubrificantes é realizado pela Agência Nacional de Petróleo (ANP), uma autarquia federal ligada ao Ministério de Minas e Energia, onde empresas produtoras, distribuidoras, coletoras e re-refinadoras são cadastradas. Os dados quantitativos de óleo lubrificante estão representados na tabela 24:

Tabela 24: Volume comercializado e coletado de óleo lubrificante por região- ano de 2011

Região	Volume comercializado (m³)	Volume dispensado de coleta (m³)	volume coletado (m³)	% coletado
Centro-Oeste	123.393.711	9.135.711	36.646.661	32
Norte	95.621.137	9.923.766	20.830.263	24
Nordeste	171.361.223	13.729.930	39.967.972	25
Sudeste	751.054.225	188.820.595	233.055.662	41
Sul	250.563.452	39.031.626	74.609.376	35
Brasil	1.391.993.748	260.641.628	405.109.334	36

Fonte: ANP, 2012

A maior empresa de reciclagem de óleo lubrificante do país é a LWART – Lubrificantes Ltda., localizada no Estado de São Paulo, município de Lençóis Paulista (300 km da capital). Sua produção anual é superior a 100 milhões de litros de óleo mineral básico rerrefinado. A produção acontece a partir da coleta de cerca de 140 milhões de litros de óleo lubrificante usado, o que equivale a aproximadamente 45% do produto disponível para coleta no Brasil (SCAPIN, 2008).

3.14.3. Lâmpadas Fluorescentes

Existem diversos tipos de lâmpadas para fins de iluminação. Elas são diferenciadas em dois grupos: a) as lâmpadas que contêm mercúrio, que são as lâmpadas fluorescentes (tubulares e compactas) e lâmpadas de descarga (mista, vapor de mercúrio, vapor de sódio e vapor metálico); b) e ainda as lâmpadas que não contêm mercúrio (lâmpadas incandescentes e halogenadas/dicróicas) (JUNIOR & WINDMÖLLER, 2008).

Com relação aos resíduos gerados pelas lâmpadas fluorescentes, o bulbo de vidro de uma lâmpada apresenta 70% da massa total de uma lâmpada de vapor de mercúrio. O chumbo, presente no vidro, excede os limites estabelecidos pela ABNT 10.004:2004. Logo, esse resíduo é classificado como perigoso, ou seja, um resíduo de classe I. O pó de fósforo, que representa 2% da massa total de uma lâmpada fluorescente, contém mercúrio e cádmio. Concentrações elevadas do mercúrio, que podem variar de lâmpada para lâmpada, também qualificam esse resíduo como perigoso (JUNIOR & WINDMÖLLER, 2008).

3.14.4. Agrotóxicos

Os tipos de embalagem para agrotóxicos variam com a forma em que os diferentes produtos são apresentados no mercado (líquida, granulada, pó, pó molhável, gás, pasta, pastilha, tablete, cartucho, gel, bastão, etc.). As embalagens são classificadas pela Norma 14935 (ABNT, 2003) em embalagens rígidas e embalagens flexíveis.

As embalagens rígidas têm como matéria-prima, vidro, metal (aço, folha de flandres ou alumínio); plástico (Polietileno de alta densidade – PEAD, polietileno co-extrudado multicamada – COEX ou polietileno tereftalato – PET) e fibrolata. Já as embalagens flexíveis, são compostas por papelão; papel multifolhado; cartolina (celulose); plástico (polietileno de baixa densidade – PEBD). Podem ser mistas, de papel e plástico metalizado; papel e alumínio plastificado ou papel plastificado. Estas embalagens não podem lavadas (COMETTI, 2009)

A Lei Federal nº 7.802 de 11 de julho de 1989, alterada pela Lei Federal nº 9.974 de 06 de junho de 2000, além de regulamentar todo o setor de agrotóxicos, trouxe as seguintes Responsabilidades (responsabilidade compartilhada): ao consumidor coube a

responsabilidade pela devolução das embalagens lavadas pós-consumo; aos estabelecimentos comerciais, dispor de local adequado para o recebimento das embalagens e indicar nas notas fiscais de venda os locais de devolução; ao fabricante, recolher e dar uma destinação final adequada às embalagens; e ao governo coube a responsabilidade de fiscalizar e promover, conjuntamente com os fabricantes, a educação ambiental e orientação técnica necessárias para o bom funcionamento do sistema.

Nesse sentido, os fabricantes de agrotóxicos do Brasil criaram o Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias (Inpev). O Inpev é uma organização específica para tratar da questão das embalagens vazias, de forma autônoma, com uma estrutura especializada, focada exclusivamente no tema do processamento de embalagens que, depois de devidamente recolhidas, serão destinadas à reciclagem ou à incineração, visando atender à legislação vigente.

Segundo COMETTI (2009), percebeu-se que a Logística Reversa adotada pelo Inpev, que tem o objetivo de recolher as embalagens vazias de agrotóxicos para o seu descarte ambientalmente correto, tem contribuído para reduzir os impactos ambientais causados por esses produtos no campo. Os artefatos reciclados são vendáveis e rentáveis, além de pouparem matéria-prima virgem e reduzir o consumo de energia. Este processo ainda transforma produtos de vida curta (embalagens), em produtos de vida longa. Dessa forma, o sistema contribui para a conservação do ambiente.

Segundo INPEV (2013), 94% das embalagens primárias (aquelas que entram em contato direto com o produto) são retiradas do campo e enviadas para a destinação ambientalmente correta; e 80% do total das embalagens comercializadas são destinadas. A Tabela 25 apresenta dados de volume de embalagens que foram destinados pelo INPEV desde 2002.

Tabela 25: Volume de embalagens vazias destinados pelo INPEV desde 2002.

Ano	Volume destinado em toneladas
2002	3.768
2003	7.855
2004	13.933
2005	17.881
2006	19.634
2007	21.129
2008	24.415
2009	28.771
2010	31.266
2011	34.202
2012	37.379
total 2002- 2012	240.233

Fonte: INPEV (2013)

3.14.5. Pilhas e Baterias

O descarte de pilhas e baterias é um problema que tem adquirido maior amplitude nos últimos anos, devido ao grande aumento do uso de produtos portáteis os quais necessitam de pilhas ou baterias como fonte de energia. Pilhas e baterias podem conter elementos tóxicos, como cádmio, mercúrio e chumbo, fazendo com que seu descarte precise ser controlado. Como as pilhas e baterias são produtos consumidos pela população, o controle de seu descarte torna-se difícil. Para que a coleta seja eficiente é necessário um engajamento da população e, para que isto ocorra, a população precisa ser informada tanto do conteúdo da resolução como da importância de não se colocar as pilhas e baterias com o lixo doméstico. No mundo, já existem tecnologias consagradas para a reciclagem de alguns tipos das mesmas. No Brasil, a reciclagem de baterias automotivas de chumbo-ácido já é realizada em grande escala; entretanto, a reciclagem de outros tipos de pilhas e baterias ainda é bastante incipiente (ESPINOSA; TENÓRIO, 2005).

A Resolução CONAMA nº 401 de 04 de novembro de 2008, estabelece os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio para pilhas e baterias comercializadas no território nacional e os critérios e padrões para o seu gerenciamento ambientalmente adequado, e dá outras providências. O Art. 22 da referida resolução estabelece que:

“Não serão permitidas formas inadequadas de disposição ou destinação final de pilhas e baterias usadas, de quaisquer tipos ou características, tais como:

I - lançamento a céu aberto, tanto em áreas urbanas como rurais, ou em aterro não licenciado;

II - queima a céu aberto ou incineração em instalações e equipamentos não licenciados;

III - lançamento em corpos d'água, praias, manguezais, pântanos, terrenos baldios, poços ou cacimbas, cavidades subterrâneas, redes de drenagem de águas pluviais, esgotos, ou redes de eletricidade ou telefone, mesmo que abandonadas, ou em áreas sujeitas à inundação” (BRASIL, 2008, p.5)

3.14.5.1. Uma Iniciativa: Programa Papa-Pilha do Banco Santander

Em 2012, o programa Papa-Pilhas arrecadou mais de 126 toneladas de pilhas, baterias, celulares e câmeras digitais nos 2,8 mil pontos de coletas espalhados por agências e prédios administrativos do Santander em todo o país. As capitais se destacam como as cidades que mais arrecadam materiais para a reciclagem, sendo responsáveis por 85% do total. as pilhas são separadas por marca – já que podem ter composição diferente – e são encaminhadas para a reciclagem, que é feita pela empresa Suzaquim, na cidade de Suzano- SP. Já os aparelhos celulares passam por um processo de descaracterização, quando são destruídos e triturados. Esses resíduos são encaminhados para a reciclagem, que é feita por uma empresa especializada, a Umicore, localizada na Bélgica (SANTANDER, 2013).

3.14.6. Resíduos eletroeletrônicos

Nas últimas décadas, o fluxo de produtos eletroeletrônicos descartados- chamados como resíduos eletroeletrônicos (REEE)- tem crescido rapidamente em decorrência do desenvolvimento tecnológico e da consequente obsolescência acelerada desses produtos, mesmo que ainda possuam funcionalidade (HORI, 2012).

No Brasil há a seguinte categorização de produtos eletrônicos utilizada pela indústria nacional (FRANCO, 2008):

- Linha Branca: refrigeradores; freezers verticais; congeladores e conservadores horizontais; lavadoras automáticas; lava-louças automáticas; secadoras de roupa; fogões.

- Linha Marrom (imagem e som): rádios-gravadores; sistemas de som; televisores em cores; videocassetes; digital videodisco (DVD); filmadoras; produtos das áreas de telecomunicações.
- Portáteis: aspiradores de pó; batedeiras de bolo; cafeteiras – filtro; espremedores de frutas; ferros de passar roupa; liquidificadores; secadores e modeladores de cabelo.

O Quadro 6 ilustra os principais componentes de alguns REEE que contém substâncias consideradas perigosas:

Quadro 6: Componentes, equipamentos e substâncias perigosas de alguns equipamentos/resíduos eletroeletrônicos.

Componentes	Presentes em	Substâncias perigosas
Tubos de Raios Catódicos (CRT)	TV e monitores	Chumbo no vidro do cone. Bário no canhão de elétrons. Cádmio no pó fosforescente
Placas de Circuito Impresso	Maioria dos EEE, principalmente nos de informática	Chumbo e estanho na solda. Cádmio e berílio nos contatos. Mercúrio nos conectores. Retardante de chama bromado na resina polimérica
Baterias	EEE portáteis	cádmio, chumbo e mercúrio
Lâmpadas de descarga	Iluminação dos LCD como dispositivos de iluminação	mercúrio
Plásticos	Fios e cabos elétricos, caixas, suportes.	PVC e retardantes de chama
Componentes de refrigeração: compressor, condensador e espuma isolante	Equipamentos de refrigeração	Clorofluorcarbonetos (CFC)

Fonte: RODRIGUES (2012)

A presença dessas substâncias perigosas enquadra os REEE como resíduos classe I, considerando a classificação da NBR 10004: 2004, além disso cria uma necessidade urgente de gestão e gerenciamento desses resíduos de tal maneira a evitar a disposição inadequada, a qual pode levar à contaminação do ar, água e solo.

O fluxograma a seguir (Figura 10) ilustra as etapas do ciclo de vida dos equipamentos eletroeletrônicos.

Figura 10: fluxograma de ciclo de vida dos equipamentos eletroeletrônicos.

Fonte: FRANCO (2008)

De acordo com o Crowe *et al.* (2003), as etapas de reciclagem dos REEEs são similares para a maioria dos equipamentos e consistem em: desmontagem; segregação de metais ferrosos, não-ferrosos e de plásticos; reciclagem e recuperação de materiais com maior valor econômico; tratamento e disposição de resíduos perigosos.

Com relação à disposição final, segundo Crowe *et al.* (2003), não foi possível quantificar os impactos ambientais dos REEEs nos aterros sanitários, pois estes contêm misturas de vários resíduos e a emissão de poluentes pode ser retardada por muitos anos. Além disso, as concentrações das substâncias no lixiviado dependem de fatores como condições climáticas e tecnológicas de operação do aterro.

Com a vigência da PNRS e elaboração dos PMGIRS espera-se que esses resíduos passem cada vez mais a ser objetos de logística reversa, de tal maneira a ampliar a reutilização e reciclagem desses materiais, antes da disposição final.

3.14.6.1. Exemplo de iniciativa: Projeto Recicl@tesc

A Rede Social São Carlos com apoio do SENAC – São Carlos em parceria com a Prefeitura Municipal de São Carlos, Nosso Lar e USP São Carlos criaram e desenvolveram o projeto Recicl@tesc – Reciclagem Tecnológica de São Carlos em Agosto de 2009 (RECICL@TESC, 2013).

O Recicl@tesc é um projeto de reciclagem tecnológica que tem como objetivo receber e reciclar equipamentos de informática que possibilitará a inclusão digital e social através da reutilização destes equipamentos que estariam destinados à sucata ou seriam aterrados. Outra preocupação é o aspecto ambiental, pois os equipamentos que não forem reciclados serão desmanufaturados e seus componentes terão a devida destinação. São coletados cerca de 10t/ mês e desde o início do programa foram recuperados e doados 296 equipamentos de informática para 42 diferentes instituições (RECICL@TESC, 2013).

4. METODOLOGIA

4.1. Estado de São Paulo

São Paulo é uma das 27 unidades federativas do Brasil. O Estado está localizado no sul da região Sudeste e tem como limites os estados Minas Gerais (N e NE), Rio de Janeiro (NE), oceano Atlântico (L), Paraná (S) e Mato Grosso do Sul (O). Ocupa uma área de 248.808,8 quilômetros quadrados, sendo pouco maior que o Reino Unido. Sua capital é a cidade de São Paulo (SÃO PAULO, 2013).

Segundo IBGE (2013) sua população em 2010 era de 41.262.199 habitantes, com densidade demográfica de 166,25 hab/ km² e composto por 645 municípios, sendo o município menos populoso Borá (805 habitantes) e a mais populosa, é a capital São Paulo, com 11.253.303 habitantes. É a Unidade Federativa mais populosa do Brasil, considerando que em 2010 a população do Brasil era de 190.732.694 pessoas (Portanto, o Estado de São Paulo responde por 21,6% da população nacional).

4.2. Critério de amostragem dos municípios

Como Estado de São Paulo possui muitos municípios (645) foi necessária a realização de amostragem de municípios para o levantamento de dados.

O critério para definição de amostragem foi baseado no disposto no § 2º do Art.19 da Lei nº 12.305/10:

“Para Municípios com menos de 20.000 (vinte mil) habitantes, o plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos terá conteúdo simplificado, na forma do regulamento” (BRASIL, 2010 a, p.10).

Os municípios amostrados na presente pesquisa foram os que não se enquadram no disposto do § 2º mencionado. Assim aqueles municípios (os que possuem mais de 20.000 habitantes) que necessitam elaborar o PMGIRS atendendo todos os incisos do Art. 19, foram os municípios amostrados na presente pesquisa.

Apesar do parágrafo 3º mencionar algumas exceções ao disposto no § 2º, ou seja, incluindo alguns municípios de menos de 20.000 habitantes que não poderão adotar o procedimento simplificado do plano, essas exceções não serão consideradas na amostragem da presente pesquisa.

A consulta da população que cada município paulista possui foi feita no banco de dados do IBGE cidades@ do Estado de São Paulo que informava, dentre outras coisas, a população de cada município no ano de 2010.

Com base nesse banco de dados verificamos que 244 municípios possuíam 20.000 ou mais habitantes em 2010. Portanto, a pesquisa investigou a gestão dos resíduos sólidos nesses 244 municípios do Estado de São Paulo, representando 37,8% do total dos municípios paulistas (645).

4.3. Levantamento de dados junto aos municípios

Após a definição dos municípios amostrados, o próximo procedimento foi definir quais informações seriam levantadas junto aos mesmos.

O primeiro objetivo do levantamento dos municípios é saber qual a situação atual dos mesmos com relação à elaboração do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (se o município já tem o referido plano pronto ou não).

Foi então elaborado um Ofício (Apêndice item 10.2) contendo dados identificadores do pesquisador e instituição de pesquisa, o objetivo principal da pesquisa e o que está sendo solicitado. Optou-se por formular a pergunta sobre elaboração dos PMGIRS de tal maneira a possibilitar a resposta dos gestores municipais por meio de múltipla escolha, tornando o contato muito mais objetivo, com o intuito de promover maior participação das Prefeituras.

Nesse ofício deixou-se claro que somente no caso que o município já tenha o plano elaborado e oficialmente aprovado pelo município (ou seja, o plano elaborado está em sua versão final, o que implica que já passou pelas etapas de consultas e modificações) que nos disponibilizassem o mesmo para utilização na presente pesquisa.

Com o Ofício elaborado, a próxima etapa foi a definição da forma de envio do mesmo. Como a quantidade de informações a serem levantadas eram poucas (situação atual da elaboração do plano e a disponibilização do plano, no caso de já estar oficialmente aprovado pelo município), e o número de municípios amostrados foi relativamente grande, estando os mesmos distribuídos por todo o Estado de SP, chegou-se a conclusão que visitas técnicas à prefeitura seria inviável e desnecessária nessa pesquisa.

Na atual era da tecnologia, o e-mail tornou-se uma ferramenta de comunicação praticamente indispensável. O e-mail então foi a forma principal de comunicação para obtenção de informações junto às prefeituras. Como a Prefeitura possui, em geral várias secretarias/ departamento/setores e até autarquias, tomou-se o cuidado de pesquisar junto aos sites oficiais qual era o setor responsável pela gestão de resíduos sólidos de

cada município. Complementarmente, foram realizadas ligações telefônicas às prefeituras que não disponibilizavam email em seu site.

4.4. Forma de análise das respostas

As respostas dos municípios foram analisadas e quantificadas em relação às 4 possíveis alternativas constantes no ofício: ainda não iniciou a elaboração; está em fase de elaboração; foi elaborado, mas ainda não foi oficialmente aprovado pelo município; e elaborado e oficialmente aprovado pelo município.

Paralelamente à etapa de obtenção e envio de e-mails das Prefeituras dos municípios amostrados nos respectivos sites, pesquisou-se nos sites da câmara municipal e da própria Prefeitura informações sobre o andamento dos PMGIRS e quando disponível, analisou-se os planos aprovados pelo município.

Assim, elaborou-se uma tabela com os dados obtidos quanto à situação atual da elaboração do PMGIRS de forma direta (ofício) e indireta (sites oficiais).

4.5. Município Verde- Azul

O Programa Município Verde-Azul, lançado pelo governo de São Paulo em 2007, visa estimular e capacitar as prefeituras a implementarem e desenvolverem uma Agenda ambiental estratégica. A adesão de todos os 645 municípios do Estado de São Paulo ao Programa se deu a partir da assinatura de um Protocolo de Intenções onde, estão propostas 10 Diretivas, que abordam questões ambientais prioritárias a serem desenvolvidas (SMA, 2013).

As 10 diretivas, onde os municípios concentram seus esforços para desenvolvimento da agenda ambiental são: Esgoto Tratado, Resíduos Sólidos, Biodiversidade, Arborização Urbana, Educação Ambiental, Cidade Sustentável, Gestão das Águas, Qualidade do Ar, Estrutura Ambiental e Conselho Ambiental (SMA, 2013).

Em 2012, um dos critérios utilizados foi o seguinte:

“Plano de Gestão de Resíduos Sólidos, de acordo com a Política Estadual de Resíduos Sólidos (assinado pelo Prefeito e por responsável técnico com Anotação de Responsabilidade Técnica- ART)”.

Apesar desse critério levar em conta o plano elaborado nos termos da PERS e não da PNRS (foco do presente trabalho) entendeu-se ser importante considerar as informações fornecidas pelo município verde-azul, principalmente no sentido de ter um comparativo dos levantamentos feitos.

As notas de cada município nesse critério foram: Nota 0 (não apresentou) ou nota 2 (apresentou). Assim, pesquisaram-se as notas, para esse critério, dos municípios do Estado de São Paulo no site da Secretaria do Meio Ambiente.

Adicionalmente elaborou-se uma tabela comparativa dos resultados obtidos no item anterior (4.4) com os do levantamento do programa município verde-azul da Secretaria Estadual de Meio Ambiente.

4.6. Análise dos Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos

Após a realização das etapas anteriores passou-se a análise dos PMGIRS. Somente foram analisados os PMGIRS que foram aprovados oficialmente pelo município e que estavam disponíveis online ou foram anexados junto com a resposta do ofício enviado.

Os Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos foram analisados no sentido de verificar o que foi abordado, levantar os principais dados qualitativos e quantitativos e apresentar as dificuldades encontradas.

A forma de organização dos dados foi baseada na sequência dos incisos do Art. 19 da Lei nº 12305/10 que define o conteúdo mínimo que os planos devem ter.

As formas de apresentação dessa etapa de análise foram diversas: tabelas, gráficos, texto. Por fim, buscou-se realizar uma comparação da revisão de literatura com os dados obtidos nessa pesquisa.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1. Levantamento de Dados

O levantamento de dados junto aos municípios ocorreu nos meses de dezembro de 2012, janeiro e início de fevereiro de 2013. As respostas dos municípios em relação ao ofício encaminhado por email e/ou do contato telefônico feito foram organizadas na Tabela 26:

Tabela 26: Levantamento da situação atual* com relação ao PMGIRS, junto aos municípios amostrados

Situação	número de municípios	%
Ainda não iniciou a elaboração	22	9,02
Está em fase de elaboração	43	17,62
Não possui o plano	3	1,23
Plano elaborado antes da PNRS	4	1,64
Elaborado, mas não aprovado	12	4,92
Elaborado e oficialmente aprovado pelo município	13	5,33
Não precisou contato	10	4,10
Não quis participar nos moldes da pesquisa	2	0,82
Não se conseguiu contato	17	6,97
Não responderam	118	48,36
Total	244	100,00

* = O termo atual, refere-se ao período em que foi feito o levantamento nesses municípios.

Com relação aos resultados representados na tabela 26, cabem as seguintes observações:

- 3 municípios responderam simplesmente que não possuíam o plano, não definindo se ainda não tinha iniciado a elaboração do plano ou se estava em fase de elaboração;
- Não foi preciso fazer contato com 10 municípios, pois ao procurarmos informações de contato no site da prefeitura, foi visualizado qual era a situação atual do PMGIRS;
- 2 municípios não quiseram participar nos moldes da pesquisa, pois informaram que forneceriam informações somente mediante solicitação protocolada pessoalmente na Prefeitura, o qual seria um procedimento divergente com relação à metodologia aplicada nesta pesquisa;
- Não foi possível obter contato com 17 municípios, ora porque não tinham email, ora porque o gestor responsável não foi localizado nas tentativas por telefone. Há o caso de

uma prefeitura que não possuía site e 2 estavam com site em manutenção, provavelmente devido à transição de governo;

- Apesar do alto número de municípios não terem respondido (48,36%), o resultado já era esperado, pois como visto na revisão bibliográfica (item 3.9.4), o levantamento por questionários da SindusCon, a porcentagem de municípios que não responderam foi próximo (cerca de 46%). Ressalta-se que com relação aos municípios que não se manifestaram com relação ao 1º contato, foi realizada pelo menos uma segunda tentativa com cada um deles;

- Outra limitação que pode ter diminuído o número de municípios que responderam o ofício foi que alguns municípios não informavam, em seu site, as atribuições de cada secretaria/departamento/órgão e então existe a possibilidade de alguns municípios não terem respondido por não ter sido enviado email ao setor responsável;

- Outro fator que pode ter inibido muitos municípios de responderem ao solicitado foi que os contatos foram feitos em um período de transição de mandato de administração municipal, o qual muitos dos municípios passaram.

Paralelamente e posteriormente ao contato com os municípios amostrados, pesquisou-se nos sites oficiais da Prefeitura Municipal, Câmara Municipal para obter informações sobre o andamento do PMGIRS e realizar o download quando o mesmo encontrava-se disponível, conforme já informado no item 4.4. (Análise das respostas). A tabela 27 resume o conjunto de informações obtidas em consultas nos sites oficiais e nas respostas fornecidas pelas Prefeituras Municipais.

Tabela 27: Levantamento de informações obtidas em consultas nos sites oficiais e nas respostas fornecidas pelas Prefeituras Municipais.

Situação	número de municípios	%
Ainda não iniciou a elaboração	22	9,02
Está em fase de elaboração	45	18,44
Não possui o plano	3	1,23
Plano elaborado antes da Lei nº 12305/10	7	2,87
Elaborado, mas não foi verificada sua aprovação oficial	18	7,38
Elaborado e oficialmente aprovado pelo município	32	13,11
Lei específica a ser regulamentada por Decreto	2	0,82
Não quis participar nos moldes da pesquisa	2	0,82
Não se conseguiu contato e sem informações de que tenham elaborado o PMGIRS	14	5,74
Não responderam e sem informações de que tenham elaborado o PMGIRS	99	40,57
Total	244	100,00

Com relação ao item 4.5. (Programa Município Verde-Azul), buscaram-se informações no site do programa acerca da apresentação ou não do Plano de Gestão de Resíduos Sólidos pelos municípios. A Tabela 28 retrata quantos municípios do Estado de São Paulo apresentaram e não apresentaram o Plano de Gestão de Resíduos Sólidos. Já a Tabela 29 retrata essa situação considerando apenas os municípios amostrados na presente pesquisa.

Tabela 28: Situação do Plano de Gestão de Resíduos sólidos na totalidade dos municípios de São Paulo, segundo informações do município verde-azul.

Situação	número de municípios	%
Apresentaram Plano de Gestão de Resíduos Sólidos, segundo município verde-azul	156	24,2
NÃO apresentaram Plano de Gestão de Resíduos Sólidos segundo município verde-azul	489	75,8
Total de municípios amostrados Estado de SP	645	100

Tabela 29: Situação do Plano de Gestão de Resíduos sólidos nos municípios do Estado de SP amostrados, segundo informações do município verde-azul.

Situação municípios amostrados	número de municípios	%
Apresentaram Plano de Gestão de Resíduos Sólidos, segundo município verde-azul	77	31,6
NÃO apresentaram Plano de Gestão de Resíduos Sólidos, segundo município verde-azul	167	68,4
Total de municípios amostrados Estado de SP	244	100

Em seguida, foi feito uma análise comparativa dos dados obtidos por meio do ofício enviado e informações constantes nos sites oficiais da Prefeitura e Câmara municipal com relação aos dados constantes do Programa Município Verde-Azul e os principais resultados foram:

- Em 100 municípios amostrados não foi possível obter informações (nos moldes da presente pesquisa) quanto à elaboração do PMGIRS e ao mesmo tempo, segundo o levantamento do programa município verde-azul, não possuem plano de resíduos elaborado, indicando ser grande a possibilidade desses municípios realmente não terem iniciado a elaboração ou ainda estar elaborando o PMGIRS.

- A porcentagem dos municípios que apresentaram o Plano de Gestão de Resíduos Sólidos segundo o levantamento do programa município verde-azul foi maior (31,6%) comparado aos resultados obtidos na presente pesquisa (13,11%). Essa diferença indica que há muitos municípios que elaboraram o Plano de Gestão de Resíduos atendendo os termos da Política Estadual de Resíduos Sólidos (exigência do programa), mas não o da Política Nacional de Resíduos Sólidos, necessitando então de atualização para adequar a esta Política.

Após o término da análise dos dados sobre a situação atual da elaboração dos PMGIRS, optou-se por analisar apenas os planos municipais oficialmente aprovados pelo município isto é, plano aprovado por Decreto, Lei/ Lei Complementar ou qualquer outra indicação de que o plano disponível está em sua versão final. Enquadraram-se nessa situação os PMGIRS relativos a 23 municípios, a saber: Americana, Américo Brasiliense, Atibaia, Avaré, Campinas, Guarujá, Guarulhos, Itanhaém, Itapetininga, José Bonifácio, Lins, Orlândia, Piraju, Presidente Prudente, Ribeirão Pires, Santo

André, Santos, São Bernardo do Campo, São José dos Campos, São Paulo, Sertãozinho, Teodoro Sampaio e Valinhos.

5.2. Análise dos PMGIRS

5.2.1. Diagnóstico da Situação dos Resíduos Sólidos gerados no respectivo território.

O levantamento quantitativo dos resíduos gerados nos municípios que apresentaram o PMGIRS estão resumidos no quadro 7:

Quadro 7: Estimativas de Geração dos Resíduos Sólidos, segundo PMGIRS apresentados.

RESÍDUOS SÓLIDOS- Estimativas de Geração						
	RD- geração (t/dia)	RD- geração per capita (kg/hab.dia)	RLP- geração (t/d)	Recicláveis- coleta (t/dia)	RCC- geração	RSS- geração (kg/dia)
Americana	190	0,81639	3,26	10,5	n.c.	1.750
Américo Brasiliense	18,47	0,54	48 m³/d	n.c.	400 kg/hab.ano	372,8
Atibaia	90	0,778	60 m³/d	13,3	n.c.	283,3
Avaré	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Campinas	798,76	0,865	32*	16,7	3000	6.000
Guarujá	330	1,13	n.c.	n.c.	n.c.	500
Guarulhos	944	0,772	n.c.	n.c.	1747	16.739
Itanhaém	85,32	0,98	12,73	0,617	8,3	294
Itapetininga	100	0,67	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
José Bonifácio	20	0,59	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Lins	30	0,66	82	1,17	150	130
Orlândia	31,3	0,781	n.c.	4,5	53,2	150
Piraju	17	0,597	n.c.	0,856	n.c.	65,7
Presidente Prudente	218,73	1,08	31,16	1,258	212,6	3.240
Ribeirão Pires	79	0,694	0,47	0,925	150,42	376,35
Santo André	632,73	0,73	134,09	91,76	n.c.	n.c.
Santos	723,58	1,7	n.c.	12,11	672	4.764
São Bernardo do Campo	648,94	0,8	25*	8	213.27	3.468

São José dos Campos	456,4	0,724	172,79	47	1.200	3.000
São Paulo	9.690	0,861	248,85	193	4.696,89	90.310
Sertãozinho	91,93	0,835	n.c.	1,05	150	508,2
Teodoro Sampaio	17,664	0,826	n.c.	n.c.	13,33	9,8
Valinhos	82,52	0,77	n.c.	n.c.	48,93	317

Observação: *-> referem-se aos dados apenas de resíduos de poda e capina, não inclusos os resíduos de varrição.

Com relação ao quadro anterior, cabem os seguintes comentários:

- Os municípios de Teodoro Sampaio e Américo Brasiliense informaram por meio do PMGIRS que ainda não possuem coleta seletiva implantada;
- O município de Presidente Prudente, apesar de ter uma população de apenas 207.610 habitantes, informou que produz uma quantidade de RSS próximos aos informados pelos municípios de São Bernardo do Campo e São José dos Campos, os quais são muito mais populosos (possuem acima de 600.000 habitantes), o que indica ou uma superestimação dos resíduos gerados ou que está ocorrendo uma segregação incorreta dos resíduos (resíduos de características domiciliares sendo descartados junto com os infectantes);
- Os resíduos de construção civil são os gerados em maior quantidade nos municípios, aumentando a preocupação em destinar e dispô-los adequadamente. Ao mesmo tempo, verificou-se uma dificuldade dos municípios de levarem informações quantitativas desses resíduos, consequência de uma dificuldade de fiscalizar e regulamentar a gestão dos mesmos;
- Alguns municípios não apresentaram a quantificação dos resíduos de limpeza urbana, no entanto, ficou constatado que sua geração não pode ser menosprezada e requer destinação e disposição final adequados, além de buscar formas de minimizar sua geração ou pelo menos a quantidade a serem aterradas;
- O cálculo de geração per capita do município de Santo André obtido (0,935 kg/hab. dia) foi significativamente diferente do informado pelo plano (0,73 kg/hab.dia), indicando alguma inconsistência dos dados informados (geração total vs geração *per capita*).

Com relação à caracterização física dos resíduos, a grande maioria, apresentou caracterização feita apenas dos resíduos domiciliares, conforme a Tabela 30:

Tabela 30: Composição física dos Resíduos Domiciliares nos municípios que apresentaram o PMGIRS.

Composição física em %											
município	Orgânico	Plástico	Papel e papelo	Vidro	Alumí- nio	Metais	Tetra- pak	Trapos e panos	Outros	Rejeito	Total
Americana	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	0
Américo Brasiliense	65,92	13,19	3,85	0,55	0,55	0,55	2,2		6,6	6,59	100
Atibaia	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	0
Avaré	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	0
Campinas *											0
Guarujá	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	0
Guarulhos	52,95	18,88	17,98	1,7		2,6		3,7	2,2		100
Itanhaém	74,8	9,9	5,4	2,3		1,8			5,8		100
Itapetininga	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	0
José Bonifácio	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	0
Lins	71,6	14,2	12						2,2		100
Orlândia	48,05	15,4	8,31	1,49		2,21			2,6	21,95	100
Piraju	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	0
Presidente Prudente	27,64	14,45	23,56	4,94	5,84	3,11			3,7	16,73	100
Ribeirão Pires	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	0,0
Santo André	56,25	17,85	12,68	1,07	0,41	1,05	4,26	4,26	4,91		102,74
Santos	41,96	13,59	16,41	4,1	0,61	3,37	1,52	4,67	13,76		100
São Bernardo do Campo	45,8	16	20,4	2		3		5,6	2,8	4,4	100
São José dos Campos	58,16	9,61	9,18	1,41	0,21	0,75	0,61	3,34	16,73	0	100
São Paulo	53	16	11	2		2				16	100
Sertãozinho	65	10	6	2		1			1	15	100
Teodoro Sampaio	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	0
Valinhos	60	20								20	100

* O município de Campinas apresentou dados de composição física para cada classe social, sendo os resultados apresentados em uma tabela à parte (Tabela 31).

Não foram encontrados dados de composição gravimétrica nos PMGIRS de 9 municípios: Americana, Atibaia, Avaré, Guarujá, Itapetininga, José Bonifácio, Piraju, Ribeirão Pires e Teodoro Sampaio.

Foi utilizado o método do quarteamento nos municípios de Américo Brasileiro, Lins, Orlândia, São Paulo e Sertãozinho (mesma metodologia aplicada por FRESCA (2007), já explicada no item 3.4.1.1.1.).

Nota-se a baixa porcentagem de matéria orgânica encontrada na caracterização física do município de Presidente Prudente. Isso talvez se deve em parte da metodologia de amostragem definida (segregação prévia nas residências, sendo fornecida aos moradores três sacos: de orgânicos, rejeitos e recicláveis).

Valinhos apresentou os resultados de caracterização física do município obtidos na literatura.

Nos demais planos não foram encontrados os métodos utilizados para obtenção da caracterização física dos resíduos.

As porcentagens significativas de materiais recicláveis encontradas nas caracterizações físicas, principalmente, plástico e papel/papelão indicam que há um grande potencial de reciclagem.

Nos dados relativos ao município de Santo André, notou-se que a soma é maior que 100% (102,74%), provavelmente devido a algum erro na hora de transcrever os dados para o PMGIRS.

Já o município de Campinas, apresentou dados, reproduzidos na Tabela 31 de caracterização física por classe social, evidenciando as diferenças de composição dependendo da classe social estudada.

Tabela 31: Estudo Gravimétrico dos RSD por Classe Social. (Média de 2007 a 2010)

Ordem	Composição Física dos RD	Fração dos materiais por classe social (%)				
		A	B	C	D	E
1	matéria orgânica	38,69	36,7	45,78	59,05	55,89
2	papel e papelão	17,76	23,11	14,99	13,33	11,81
3	plástico	13,95	18,54	16,98	14,31	17,66
4	madeira	0,86	0,97	0,35	0,42	0,38
5	couro e borracha	0,19	0,39	0,86	0,28	0,94
6	pano e estopa	2,16	1,92	4,27	5,09	5,75
7	folha, mato e galhada	18,84	13,37	10,27	2,25	1,79
8	metal ferroso	0,59	0,69	1,29	0,93	1,03
9	metal não ferroso	0,52	0,34	0,76	0,33	0,29
10	vidro	1,61	1,17	1,06	1,19	1,29
11	louça, cerâmica e pedra	0,87	0,95	0,72	0,32	0,32
12	agregado fino (pó, terra)	1,05	0,42	0,26	0,21	0,26
13	perdas	2,88	1,75	2,42	2,3	2,6
material orgânico- item 1		38,69	36,7	45,78	59,05	55,89
material reciclável- itens 2,3,8,9 e 10		34,44	43,84	35,08	30,09	32,07

Fonte: Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do município de Campinas.

De maneira geral, verificou-se que as classes sociais mais abastadas (A e B) produzem mais resíduos recicláveis e as classes D e E, ainda geram muita matéria orgânica de resíduos.

Campinas também realizou composição física dos resíduos de varrição, cujos resultados estão expressos no gráfico da Figura 11:

Figura 11: Composição física dos resíduos de varrição na região central e em vias.

Fonte: Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do município de Campinas.

De acordo com os gráficos da Figura 11 depreende-se que parte considerável dos resíduos (recicláveis) não deveriam estar presentes nessa caracterização, no entanto,

enquanto houver falta de conscientização de muitas pessoas que ainda insistem em jogar os resíduos no chão, esse quadro não deverá mudar significativamente.

As formas de disposição final dos resíduos domiciliares e de limpeza urbana estão resumidas no Quadro 8:

Quadro 8: Municípios e respectivas formas de disposição final dos resíduos gerados.

Locais de disposição final	municípios
aterro sanitário localizado no município	Santo André, São José dos Campos, Piraju, Santos, Guarulhos, São Paulo*, Campinas
aterro sanitário em outro município	Americana, Américo Brasiliense, Atibaia, Lins, Orlândia, São Bernardo do Campo, Sertãozinho, Valinhos, Guarujá, Itanhaém, São Paulo*,
aterro "controlado"	Presidente Prudente, Itapetininga
aterro em valas	José Bonifácio, Teodoro Sampaio

Observação: Avaré não informa em seu plano, o local de disposição final dos resíduos.

Com relação aos municípios que dispõem os resíduos em outro município, quase a totalidade apresenta área de transbordo e o seguinte quadro mostra para onde os resíduos gerados são transportados para disposição final.

Quadro 9: municípios que dispõem seus resíduos em outros municípios, com identificação e distância percorrida.

município	município em que ocorre disposição final	Distância aproximada até a área de disposição final
Americana	Paulínia (A.P.)	30 km
Américo Brasiliense	Guataporá (A.P.)	60 km
Atibaia	São Paulo (A.P.)	70 km
Lins	Guataporá (A.P.)	223 km
Orlândia	Jardinópolis (A.P.)	47 km
Ribeirão Pires	Mauá (A.P.)	10 km
São Bernardo do Campo	Mauá (A.P.)	15 km
Sertãozinho	Guataporá (A.P.)	31 km
Itanhaém	Mauá (A.P.)	100 km
São Paulo	Caieiras (A.P.)	33 km

Observação: (A.P.) = Aterro particular.

Chama a atenção o município de Lins que dispõe seus resíduos domiciliares a uma distância de mais de 200 km, o que encarece significativamente os custos do gerenciamento dos resíduos.

Com relação aos RSS, o seguinte Quadro resume as informações obtidas no PMGIRS:

Quadro 10: Formas de tratamento e disposição final dos RSS gerados nos municípios

RSS	formas de tratamento e disposição final
Ribeirão Pires, Santos, Guarujá, Itanhaém*	Incineração e aterro
Itapetininga, José Bonifácio, Teodoro Sampaio, Lins, Valinhos, Itanhaém*	Auto clave e aterro
Campinas, Américo Brasiliense, Orlândia, Atibaia, Santo André, São Bernardo do Campo, Sertãozinho	microondas e aterro
São José dos Campos	incineração e aterro industrial
Americana, Presidente Prudente, Piraju, Avaré, Guarulhos	tratamento não especificado

Observação: * = Itanhaém informa que os RSS gerados passam por duas formas de tratamento: incineração e autoclave.

Com relação ao Quadro anterior e informações obtidas nos planos cabem as seguintes observações:

- Todos os 23 municípios informam que realizam a coleta nos estabelecimentos geradores (seja o setor responsável da Prefeitura ou empresa terceirizada contratada pela Prefeitura) e ficam responsável pelo tratamento e disposição final desses resíduos. A maioria dos municípios informou que possui cadastro de todos os geradores dos RSS. Aos geradores atualmente cabe apenas realizar a segregação e acondicionamento corretos dos RSS e alguns municípios pagar taxa referente a esse serviço prestado pela Prefeitura;

- Esse exemplo de gestão compartilhada mostra-se eficiente porque desestimula qualquer tentativa de disposição inadequada dos RSS, como vêm ocorrendo com os RCC;

- A forma de tratamento dos RSS gerados nos municípios ficam restritos às formas adequadas e mais conhecidas na literatura (por micro-ondas, autoclavagem e incineração).

Com relação aos RCC, o Quadro 11 resume as informações obtidas no PMGIRS:

Quadro 11: Formas de tratamento e disposição final dos RCC gerados nos municípios

RCC	formas de tratamento e disposição final
Itapetininga, Atibaia, Lins	Reaproveitamento em estradas rurais
Santos, Américo Brasiliense	Aterro sanitário
Campinas	Unidade Recicladora de Materiais, transformando os resíduos em material granulado com aplicações diversas.
José Bonifácio, Ribeirão Pires, Orlandia, Valinhos, Sertãozinho	aterro de inertes.
Teodoro Sampaio	local de disposição de entulho
São Paulo, São José dos Campos	reciclagem e aterro de inertes
Americana, São Bernardo do Campo, Guarujá, Presidente Prudente, Piraju, Itanhaém, Guarulhos, Santo André, Avaré	Não especificado

Com relação aos resíduos de construção civil, muitos municípios retrataram a dificuldade de controle e fiscalização do gerenciamento dos mesmos, principalmente com relação à disposição dos mesmos. Só no município de São Bernardo do Campo foram detectados em 2005, 81 pontos de despejo irregular dos RCC. Os municípios de Teodoro Sampaio e Américo Brasiliense também detectaram a presença de áreas de despejo irregulares de construção civil, estando muitas vezes depositados em beiras de estradas ou em terrenos desocupados.

Apesar de esses resíduos em geral serem classificados como inertes, nem sempre isso ocorre, uma vez que junto com os inertes costumam estar outros resíduos que são considerados perigosos e/ou não inertes (como tintas e solventes e às vezes até resíduos domiciliares) e que podem acarretar em contaminação do solo e da água.

Acredita-se que os fatores que contribuam para a disposição inadequada dos RCC são a cobrança pelo recolhimento desses resíduos (caçambeiros), associada à falta de educação ambiental por parte da população.

A dificuldade detectada de gestão e fiscalização do destino desses resíduos associada a grande geração que vêm ocorrendo e locais e formas de disposição inadequada, torna urgente a busca de soluções e medidas que venham a melhorar esse quadro atual.

O reaproveitamento desses resíduos em área rural torna-se uma solução interessante para esses resíduos em municípios de pequeno porte (como visto em Itapetininga, Atibaia e Lins), no entanto, devido aos grandes volumes gerados nos

municípios maiores somente essa alternativa não seria suficiente. O município de Campinas que realiza a segregação e a britagem dos resíduos classe A em uma Unidade recicladora de materiais para posterior aplicações diversas, reduzindo significativamente os resíduos a serem dispostos, é uma das possíveis soluções aos municípios. A implantação de usina de triagem e reciclagem dos RCC é meta de municípios como Avaré, Santo André e Guarulhos.

Com relação aos demais resíduos (Industriais, mineração, agrossilvopastoris, serviços de transporte e saneamento básico), de uma maneira geral, os planos atribuíram a responsabilidade pelo gerenciamento dos mesmos aos geradores e muitos planos não apresentaram dados qualitativos e quantitativo dos mesmos.

A grande maioria dos municípios informou que não foram detectadas ou não possuem levantamentos das empresas que gerem resíduos de mineração e agrossilvopastoris.

Quase a totalidade dos municípios não soube quantificar os resíduos de saneamento básico, muitos até “esqueceram” de mencionar que são gerados esses resíduos nos municípios. O município de Campinas estimou que são gerados cerca de 90t/dia de resíduos públicos de saneamento básico. Lins, por sua vez estimou a geração em 3,7 t/dia. No PMGIRS de Sertãozinho consta que não há geração desse resíduo no município, o que causa estranheza, uma vez que os municípios no Estado de São Paulo, em geral, possuem Estação de Tratamento de água (gerando lodo), Estação de Tratamento de Esgoto (gerando lodo) e/ ou sistema de drenagem de águas pluviais (limpeza de sarjetas e guias).

Com relação aos resíduos de serviços de transporte, a grande maioria dos municípios informaram que possui apenas as rodoviárias como geradoras e que sua coleta é realizada pela coleta regular do município (a mesma que recolhe os resíduos domiciliares).

Segundo seu PMGIRS, o município de Santos possui o porto de maior movimentação do cone sul. Em 2.010, no Porto de Santos registrou-se a geração de 31.009,116 toneladas de resíduos, sendo que, deste total, 1.754,08 toneladas são provenientes da Codesp (Companhia Docas do Estado de S. Paulo). Os resíduos gerados na área do porto organizado sob responsabilidade da Codesp são coletados por empresa terceirizada, que disponibiliza caçambas e realiza a varrição das vias públicas e das áreas internas da administração portuária. O destino final destes resíduos é o aterro sanitário, localizado no próprio município.

No plano de Guarulhos consta que seu aeroporto teve geração de aproximadamente 8.000 toneladas em 2009.

O plano do município de São Paulo informa que o tratamento é processado de forma igual ao dos Resíduos de Serviços de Saúde – RSS, de modo que os resíduos das Aeronaves e Ambulatórios do Aeroporto Internacional de Congonhas são encaminhados a um abrigo externo, onde a concessionária do Agrupamento Sudeste realiza sua coleta e prossegue com as atividades de tratamento e destinação final adequadas.

O plano de Campinas reitera que os resíduos industriais, resíduos de posto combustível, resíduos da construção civil, resíduos tecnológicos, resíduos de aeroportos; resíduos de transporte, resíduos de grandes geradores de e resíduos agrícolas são de responsabilidade do próprio gerador cabendo a eles o desenvolvimento de planos de gerenciamento específicos.

Com relação aos resíduos industriais, o município de Teodoro Sampaio apresentou inventário de resíduos dos geradores industriais instalados no município. Já Sertãozinho, segundo seu PMGIRS, obteve junto a Agência Ambiental da CETESB de Ribeirão Preto dados sobre resíduos industriais gerados no município. Orlândia, em seu plano, apresenta que 5 (cinco) indústrias possuem o CADRI (Certificado de Movimentação de Resíduos de Interesse Ambiental). Reunidas, geram aproximadamente 3042 toneladas/ano.

Alguns municípios (Guarujá, Santos, Lins, Campinas, Americana) informam que possui programa de coleta de óleo de cozinha usado implantado no município que são destinados para produção de biodiesel. Consta no plano de Lins, por exemplo, que são coletados cerca de 7.000 L por mês de óleo de cozinha usado.

5.2.2. Estudo e Localização de áreas favoráveis

O Quadro 12 resume as informações sobre e localização de áreas favoráveis para disposição final ambientalmente adequadas de rejeitos.

Quadro 12: Localização das Áreas Favoráveis, segundo PMGIRS.

Município	Localização de Áreas Favoráveis no PMGIRS
Americana	Não encontrado no plano
Américo Brasiliense	Área de triagem e transbordo de RCC. Prevê a criação do Parque Eco Industrial (PEI) em parceria com a iniciativa privada como um centro de valorização e reciclagem de resíduos sólidos e de inclusão social.
Atibaia	Não há áreas disponíveis para a implantação de um aterro sanitário no município
Avaré	Estabelece metas
Campinas	O Aterro Delta B, atualmente em fase de licenciamento ambiental será implantado em área contígua ao atual aterro.
Guarujá	Não encontrado no plano
Guarulhos	Estabelece metas
Itanhaém	Não encontrado no plano
Itapetininga	A área em questão encontra-se no Bairro do Pinhal, distante a 4 Km do bairro populacional
José Bonifácio	Não encontrado no plano
Lins	Depende da alternativa escolhida. No caso de implantação de Central de Aproveitamento Energético de Resíduos Sólidos indica-se em área apropriada localizada no Distrito Industrial. No caso de implantação de aterro de rejeitos não houve indicação de áreas favoráveis.
Orlândia	Mapa contendo Alternativas locais visando implantação do CGIRS e/ou Disposição final ambientalmente adequada
Piraju	Não encontrado no plano
Presidente Prudente	Área do novo aterro encontra-se em fase final de licenciamento ambiental
Ribeirão Pires	Não encontrado no plano
Santo André	Ampliar a vida útil do atual aterro até 2025 (meta).
Santos	Escassez de áreas disponíveis tecnicamente e ambientalmente adequadas em toda a região da Baixada Santista para instalação de novos aterros sanitários
São Bernardo do Campo	Devido à crescente urbanização da Região Metropolitana de São Paulo, incluindo a região do Grande ABC, há dificuldade de se encontrar áreas disponíveis para a abertura novos aterros ou expansão de áreas já utilizadas.
São José dos Campos	Estudos para prolongar vida útil do aterro
São Paulo	Projeto novo aterro sanitário municipal do Agrupamento Noroeste
Sertãozinho	RAP, com indicação de 3 possíveis locais para implantação de Centro de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos
Teodoro Sampaio	Atual aterro em valas. Vida útil estimada em 5 anos
Valinhos	O aterro, em Paulínia, para onde o município de Valinhos destina seus resíduos tem vida útil estimada em 20 anos e assim pretende continuar o envio a esse local.

Notou-se que alguns municípios (Valinhos e Americana) por enviarem os resíduos em aterros particulares de outros municípios, aparentemente não estão

preocupados em mudar o cenário e começar a dispor em área no próprio município. Alguns municípios que dispõem os resíduos nos próprios municípios (Teodoro Sampaio, São José dos Campos e Santo André) esperam prolongar a vida útil dos mesmos ampliando cada vez mais o desvio dos resíduos da disposição final (ampliação da reciclagem, implantação de compostagem, etc).

Verificou-se nos planos dos municípios integrantes das Regiões Metropolitana de São Paulo e Baixada Santista uma preocupação quanto à falta de alternativas locais para implantação de novos aterros nessas regiões, que poderão ser necessários devido à elevada quantidade de resíduos atualmente gerados e aterrados.

5.2.3 Implantação de Soluções Consorciadas

A grande maioria dos municípios que apresentaram os planos considera a implantação de soluções consorciadas como meta ou possibilidade.

Um exemplo de solução consorciada existente é o convênio da Prefeitura de Avaré junto a ANIP-RECICLANIP em parceria com a Prefeitura de Arandu – SP para transbordo e destinação final dos resíduos inservíveis (pneus). De maneira similar, o município de José Bonifácio participa do consórcio intermunicipal formado pelos municípios de Ubarana, Nipõa, Zacarias, Planalto e Mendonça no que tange à coleta e destinação dos pneus inservíveis.

O município de Americana participa do CONSIMARES (Consórcio Intermunicipal de Manejo de Resíduos Sólidos) composto por 8 municípios: Americana, Capivari, Elias Fausto, Hortolândia, Monte Mor, Nova Odessa, Santa Bárbara D' Oeste e Sumaré. No site do consórcio consta a ata do dia 1º de fevereiro de 2013 informando a Aprovação do Plano Integrado de Gestão de Resíduos Sólidos dos Municípios que integram o Consórcio Intermunicipal de Manejo dos Resíduos Sólidos da Região Metropolitana de Campinas.

5.2.4. Resíduos objeto de logística reversa

5.2.4.1. Pneus

Dos resíduos sujeito à aplicação da logística reversa, os pneus são os que têm um gerenciamento mais consolidado: quase todos os municípios, com algumas exceções (Piraju e Orlândia, por exemplo) que elaboraram os planos ficam responsável pelo armazenamento temporário dos resíduos e a Reciclanip fica responsável por retirar os mesmos, bem como destiná-los adequadamente. O município de Piraju tem como meta

implementar um sistema similar. Já o município de Orlândia envia para uma empresa de Cravinhos cerca de 1.000 pneus/ mês.

5.2.4.2. Demais resíduos: algumas iniciativas

De acordo com plano do município de José Bonifácio, a coleta do lixo eletrônico é feita por empresa particular, a custo zero para prefeitura, A empresa parceira dispõe de um furgão com dois coletores onde é armazenado o resíduo coletado recolhidos em 24 eco pontos instalados por toda a cidade em lojas que comercializam estes produtos. Após a coleta, os resíduos são encaminhados a um centro de triagem.

Presidente Prudente tem realizado anualmente, desde 2008, mutirão do lixo eletrônico sendo que só em 2012 foram recolhidos aproximadamente 80 t/ano desses resíduos. Informa ainda que, do material coletado e reciclado, cerca de 94% de seus componentes são reaproveitados e o restante da ordem de 6% é destinado de forma correta para evitar danos ao meio ambiente e a saúde humana.

Consta no plano de Santos, que o município firmou uma parceria com a Empresa Reciclo Ambiental e conta com 13 ecopontos capacitados para receber computadores, placas e componentes eletrônicos, cabos elétricos, equipamentos eletroeletrônicos, celular sem bateria, monitores e televisores de tubo, capacitores, reatores, impressoras, tonners e cartuchos. Foram coletadas, ao todo 40 toneladas de equipamentos, aproximadamente. Após o recolhimento, a empresa realiza a desmontagem dos equipamentos e sua separação, destinando os componentes às empresas parceiras que farão uso desse material. O resíduo que não apresenta capacidade de reciclagem é encaminhado para a descontaminação e destinação final.

Em Américo Brasiliense, a Prefeitura realiza coleta de pilhas e baterias, pneus, lâmpadas e REEE, que deveriam ser objeto de logística reversa, por meio de alguns PEVs instalados no município.

Segundo o PMGIRS apresentado, a Prefeitura de Campinas coleta resíduos tecnológicos, tais como pilhas e baterias e lâmpadas com quantidade média de 40t/mês (domicílios e ecopontos). São coletados cerca de 175 t/ano de pneus com entrega à Reciclanip para reciclagem.

5.2.5. Procedimentos operacionais dos Resíduos Sólidos Urbanos

Com relação aos procedimentos operacionais dos resíduos domiciliares, em geral os planos contemplaram: horários e frequência de coleta, divisão dos setores de coleta, quantidade máxima de resíduos a serem coletados (100L/dia), número de funcionários e equipamentos necessários, locais onde ocorria o transbordo (nos municípios em que havia o transbordo) e formas e locais de disposição final, além de definição dos responsáveis pela realização de cada etapa (qual setor da prefeitura ou qual o nome da empresa terceirizada contratada). A geração, caracterização e disposição dos mesmos já foram descritos no item 5.2.1.

Com relação aos RLP, em geral foram subdivididos pelos PMGIRS em: varrição, poda e capina, cemitérios e feiras-livres. Em praticamente todos os planos afirmou-se que esses resíduos são encaminhados ao aterro sanitário. Um exemplo de exceção, é que em Atibaia os resíduos de poda, particularmente os galhos são triturados e posteriormente são vendidos a granjas ou utilizados como adubo. O plano de São Bernardo do Campo informa que os galhos recolhidos passam por triturador e o produto resultante da decomposição é utilizado como condicionador de solo nos canteiros e jardins das praças, escolas, creches e de outras áreas públicas.

5.2.6. Indicadores de Desempenho Operacional e Ambiental

A maioria dos planos informou que não possui um sistema de indicadores de desempenho operacional e ambiental implantado. Alguns municípios como Santos, Campinas, Valinhos e Itanhaém propõem alguns indicadores que poderão a vir serem implementados.

O plano elaborado pelo município de São Paulo informa que os serviços de limpeza urbana são controlados pela ferramenta Índice de Qualidade Global-IQG, que é o resultado ponderado de três índices parciais: índice de coleta, índice de tratamento e índice de SAC, cada um apurado com base em ponderação de subíndices e indicadores próprios. Interfere diretamente na remuneração mensal do prestador do serviço, podendo ensejar diminuição de percepção mensal e inclusive, em casos extremos, rescisão contratual, se não mantidas as ruas e equipamentos públicos em condições de limpeza adequados.

5.2.7. Programas e Ações de Capacitação Técnica, Educação Ambiental e Participação dos Grupos Interessados.

No Quadro a seguir, foram reunidos as principais iniciativas apresentadas nos planos com relação a Programas e Ações de Capacitação Técnica, Educação Ambiental e Participação dos Grupos Interessados.

Quadro 13: Iniciativas e Metas de Programas e Ações de Capacitação Técnica, Educação Ambiental e Participação dos Grupos Interessados

Município	Principais programas e ações de capacitação técnica, educação ambiental e participação dos grupos interessados.
Americana	Curso de Formação em Educação Ambiental e Políticas Públicas de Americana, com inclusão de catadores de materiais recicláveis. Capacitar cerca de 15 funcionários da Prefeitura Municipal de Americana, que irão de casa em casa realizar um trabalho de conscientização e renovação de cadastro para participação da Coleta de Materiais Recicláveis. Folheto Informativo de Coleta de Materiais Recicláveis. Capacitar e regulamentar transportadores por tração animal do Município de Americana, através de instruções e de novos procedimentos para este tipo de transporte, para garantir o descarte adequado dos resíduos gerados no Município.
Américo Brasileiro	Estabelecer parcerias para campanhas de educação ambiental visando a não geração, redução, reutilização, reciclagem e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.
Atibaia	Investir em programas de educação ambiental (meta)
Avaré	Estabelece diretrizes diversas
Campinas	Semestralmente são oferecidos cursos de formação do Programa de Educação Ambiental. Lixo-tour. Montagem de Kit's de reciclagem. palestras de educação ambiental. Participação em cursos, eventos, palestras que capacitem funcionários para as atividades de gestão de resíduos, cooperativismo. Capacitação continuada das cooperativas (metas).
Guarujá	Estabelece diretrizes diversas
Guarulhos	Cita a meta de implantar a Política Municipal de Educação Ambiental para Resíduos Sólidos. Estabelecer capacitação para reciclagem e recuperação de REE nas cooperativas de catadores visando agregar valor aos resíduos, sempre que ambientalmente seguro.
Itanhaém	Atualmente estão em andamento algumas atividades de educação ambiental, embora ainda de forma isolada. Ex-catadores que se qualificaram como agentes ambientais, que educam e orientam a comunidade sobre a importância da Coleta seletiva para o Meio Ambiente.
Itapetininga	Propõe metas diversas.
José Bonifácio	Nas escolas municipais a Educação Ambiental é trabalhada de forma transversal em todas as esferas, apoiando iniciativas do estado e de escola particulares, priorizando a mudança de comportamento e hábitos como forma de ferramenta de conscientização. Propõe metas diversas.
Lins	Orientação à população com respeito à separação dos materiais recicláveis e a coleta seletiva que é realizada em todos os bairros pela cooperativa de

	<p>recicladores com apoio da Prefeitura.</p> <p>Desenvolvimento de projetos de educação ambiental para que a população promova a separação dos resíduos inorgânicos e orgânicos.</p> <p>Parceria com Órgãos como a SABESP, UNIMED, UNIODONTO, ONG SOS Rio Dourado e outras para permanente participação na Educação Ambiental e Mobilização Social do município, sempre com a parceria da Prefeitura por meio do Centro de Educação Ambiental – CEA. Capacitação de funcionários e estagiários. Identificar os catadores de lixo que operam na cidade. Dar alternativa para que os catadores se filiem à Coopersol.</p>
Orlândia	Diversas sugestões de Programas e ações de capacitação técnica e educação ambiental.
Piraju	A Lei que institui o PMGIRS também institui que a matéria de educação ambiental deverá fazer parte integrante do currículo das escolas na rede municipal de ensino, da educação infantil ao ensino fundamental. A matéria será tratada como tema transversal, desenvolvida dentro de cada disciplina.
Presidente Prudente	<p>Realização de projetos de educação ambiental em várias escolas públicas e particulares, incluindo palestras, trabalhos de campo.</p> <p>Foi implantado Projeto de Inclusão Sócio- Ambiental dos catadores de reciclável na área de aterramento dos resíduos sólidos urbanos de Presidente Prudente, com criação de Cooperativa de Coleta Seletiva e capacitação técnica.</p>
Ribeirão Pires	<p>Núcleo de Educação Ambiental de Ribeirão Pires – NEARP desenvolve o papel de multiplicador das questões ambientais, como: reciclagem, redução do consumo desnecessário de energia e água, reutilização de água, compostagem e outras ações.</p> <p>Desenvolvimento de projetos de educação ambiental para que a população promova a separação dos resíduos inorgânicos e orgânicos.</p>
Santo André	Formalizar a criação da Universidade da Reciclagem – UNIR: Intensificar a educação ambiental nas escolas municipais, considerando a necessidade de capacitação dos professores, abordando temas relacionados a minimização da geração de resíduos, reutilização e reciclagem, coleta seletiva, importância dos catadores, cuidados com o meio ambiente, responsabilidade compartilhada, etc; capacitar atores do setor (usuários, catadores, indústria recicladora, gestores públicos, técnicos do setor, entre outros) para a reciclagem dos resíduos sólidos, por meio de cursos de extensão, seminários e eventos.
Santos	Distribuição de sacolinhas para acondicionamento dos resíduos gerados pelos banhistas e <i>folders</i> sobre a limpeza das praias. palestras e oficinas sobre temas ambientais em escolas, indústrias, sindicatos e demais interessados.
São Bernardo do Campo	Estabelece metas diversas.
São José dos Campos	<p>Programa Lixo Tour, no qual os visitantes conhecem o aterro, o Centro de Triagem, onde há a separação dos recicláveis e a Central de Biogás. Recebem orientações na sala ambiental, onde visitam o Mini Museu do Lixo, assistem palestra e vídeos que ensinam o que deve ser separado para a reciclagem. Programa São José Recicla visa incentivar o consumo consciente, evitando o desperdício de alimentos e produtos. Mutirões de conscientização ambiental são realizados nos bairros da cidade, porta a porta, para conscientizar a população sobre a importância de cooperar com a coleta seletiva (divulgação dos dias e horários da coleta naquele bairro e da disponibilização correta dos materiais recicláveis para a devida coleta). Informam ainda sobre a coleta do lixo eletrônico feita nas residências (mediante agendamento telefônico), sobre o descarte adequado de outros</p>

	resíduos nos PEV's (Pontos de Entrega Voluntária).
São Paulo	Vídeo-aulas junto aos geradores de RSS com o objetivo de melhorar o gerenciamento, desde o momento da geração até a sua destinação final. Para o público infanto-juvenil são oferecidas apresentações teatrais e fóruns de debates, que de forma lúdica e reflexiva, inclusive com auxílio de cartilhas e oficinas de artesanato, reeducam os agentes multiplicadores para o consumo ambientalmente responsável e o correto descarte dos resíduos gerados, com ênfase à segregação adequada de resíduos para fins de reciclagem.
Sertãozinho	Discorre sobre o assunto e indica possibilidades de capacitação técnica e educação ambiental.
Teodoro Sampaio	O Município não possui nenhum programa de Educação Ambiental implantado, focado nas questões de resíduos sólidos. Há apenas palestras em datas específicas, como semana do meio ambiente, por ONGs e voluntários, com o objetivo de criar uma consciência mais adequada em relação aos resíduos sólidos.
Valinhos	Projeto "Sucata, que nada!" em que foram realizadas gincanas nas escolas da rede municipal voltada para separação, coleta e destinação adequada dos recicláveis tendo juntado 7t em 2010 de materiais recicláveis e óleos de cozinha.

5.2.8. Mecanismos para criação de fontes de negócios, emprego e renda, mediante valoração dos resíduos sólidos.

O Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de São Bernardo do Campo prevê a implantação de sistema em que se possibilite a recuperação dos materiais por meio da reciclagem, produção de composto, utilização como insumo energético e outros, de forma a agregar valor econômico aos produtos resultantes desses processos e reduzir os custos do sistema e a geração de passivos ambientais.

O PMGIRS de São Paulo aponta que implantação de sistemas de captação e recuperação de gás metano nos desativados aterros públicos Bandeirantes e São João, para geração de energia elétrica e consequente venda dos créditos de carbono, sendo que já foram negociados em três leilões – anos de 2007, 2008 e 2012 – gerando aproximadamente R\$ 75,5 milhões para o município. Complementa que há possibilidade de implantação de projeto para apropriação e comercialização da energia resultante do aproveitamento dos gases produzidos pelas ações de bactérias na ausência de oxigênio em sua biomassa e estações de tratamento anaeróbico de seus efluentes no aterro CDR e no projeto do novo aterro municipal do Agrupamento Noroeste.

Outros Planos incluem a ampliação da coleta seletiva e/ou triagem dos resíduos domiciliares, implantação de compostagem como forma de aumento de emprego e renda.

No PMGIRS de Presidente Prudente consta que a Cooperativa local está se preparando para iniciar o pré-processamento industrial do PET, por meio de moagem e sua transformação em *flakes*. Essa etapa permitirá agregar valor ao produto comercializado pela cooperativa e deverá contribuir para o aumento da renda dos cooperados.

5.2.9. Cálculo dos custos e forma de cobrança

A maioria dos planos apresentaram os custos relativos à coleta, transporte, tratamento e disposição final dos resíduos domiciliares, de limpeza pública e de serviços de saúde. Os municípios que cobram pela coleta dos resíduos domiciliares, os mesmos vêm inseridos no IPTU. Os critérios utilizados pelos municípios para quantificação da taxa de coleta são vários, tais como área, testada, bairro, etc.

5.2.10. Metas

Com relação às metas, todos os PMGIRS as apresentaram. De maneira geral, dividiram em metas de curto (até 4 anos), médio (entre 5 e 8 anos) e longo (maior de 8 anos).

A meta abordada por todos os planos foi com relação à coleta seletiva. Para os municípios que não possuíam sistema de coleta seletiva, uma das metas é implantá-la. No caso dos municípios que já possuem coleta seletiva implantada, as metas buscavam ora aumento na área de abrangência da coleta, ora no aumento de quantidade de recicláveis a serem desviados dos aterros, buscando aumento da vida útil dos aterros sanitários.

5.2.11. Identificação dos Passivos Ambientais

Os municípios, de uma maneira geral indicaram antigos aterros/ lixões já encerrados e alguns ainda em operação como passivos ambientais.

No Estado de São Paulo, a CETESB publica anualmente a listagem das Áreas Contaminadas e Reabilitadas do Estado de São Paulo. O último publicado, tendo 2011 como ano-base indicou um cadastro de 4.131 áreas registradas nos municípios do Estado de São Paulo. Também indicou que os postos de combustíveis destacam-se na lista, com 3.217 registros (78% do total), seguidos das atividades industriais, com 577 (14%), das atividades comerciais, com 179 (4%), das instalações para destinação de

resíduos, com 121 (3%) e dos casos de acidentes, agricultura e fonte de contaminação de origem desconhecida, com 37 (1%).

Cabe frisar que a execução de medidas para recuperação/ remediação das áreas contaminadas e respectivos custos são de responsabilidade do gerador, cabendo à CETESB exigir do gerador essas medidas visando à reabilitação de área contaminada.

5.2.12. Periodicidade de sua Revisão

A grande maioria dos planos foi elaborado considerando um horizonte de 20 anos, com revisão de 4 em 4 anos.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No que tange à gestão dos resíduos domiciliares e de limpeza urbana o maior desafio consiste em diminuir a quantidade de resíduos que são encaminhados à disposição final em aterros. Os planos apresentaram diversas metas e meios a atingirem esse objetivo: aumento da abrangência das áreas em que ocorre a coleta seletiva, aumento de programas de educação ambiental e incentivos que proporcionem uma melhor segregação dos resíduos recicláveis.

Com relação aos RSS, os planos apresentados informam que a prefeitura (ou terceirizada contratada pela mesma) realizam a coleta dos RSS dos geradores. De certa maneira, apesar da PNRS exigir que os geradores são responsáveis por todo o gerenciamento, a responsabilidade compartilhada gerador-prefeitura se torna extremamente interessante uma vez que são diversos geradores e se cada um dos geradores contratasse uma empresa de coleta e tratamento diferente iria gerar um grande desperdício de recursos/ logística. O problema maior dos RSS na realidade é a segregação na fonte, pois de acordo com FERREIRA (2012) ainda há muitos resíduos comuns sendo descartados como infectantes e vice-versa, o que acarreta em prejuízos financeiros e eventualmente risco à saúde.

Acredita-se que muitas prefeituras tenha assumido a responsabilidade pelo gerenciamento desses resíduos, bem como os de serviços de saúde pelo elevado risco de saúde pública que ambos apresentam, caso sejam destinados e dispostos incorretamente.

A gestão dos Resíduos de Construção Civil (RCC) é um dos mais merecem atenção no sentido de cessar as disposições clandestinas e buscar soluções no sentido de reduzir a quantidade desses resíduos que precisem ser dispostos, pois hoje são os resíduos que são gerados em maior quantidade nos municípios. A implantação de usinas de reciclagem desses resíduos, a exemplo dos municípios de Campinas e São Carlos é um dos possíveis caminhos.

Com relação aos resíduos que devem passar pela logística reversa, sugere-se a busca de parcerias entre a municipalidade e empresas que realizem a destinação adequada desses resíduos, como já vêm ocorrendo com os pneus.

7. CONCLUSÕES

O levantamento da presente pesquisa e os dados do programa município verde-azul da Secretaria do Meio Ambiente indicam que há muitos municípios do Estado de São Paulo que ainda não elaboraram seus respectivos PMGIRS, não atendendo ao disposto na Lei Federal nº 12.305 /10.

De uma maneira geral, os planos analisados por essa pesquisa se mostraram ferramentas valiosas que resultaram em um diagnóstico quali-quantitativo da gestão atual dos resíduos sólidos dos municípios e a partir desse diagnóstico puderam ser estabelecidas metas concretas para implementação de medidas de gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos, visando atender os objetivos estabelecidos na Lei Federal nº 12.305/10 e Decreto Federal nº 7.404/10.

A presente pesquisa conseguiu atingir os objetivos propostos, uma vez que foram levantadas informações sobre a situação atual quanto à elaboração dos Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos junto aos municípios do Estado de São Paulo, analisaram-se os referidos planos que estavam disponibilizados (em sua versão final), apontando as principais constatações e dados que trouxeram um Diagnóstico da gestão atual dos resíduos sólidos gerados nesses municípios.

8. SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS

Encontram-se listadas algumas possíveis sugestões de trabalhos futuros:

- Realizar um estudo mais aprofundado, a nível de bacia hidrográfica (UGRHI), dos Planos Municipais de Gestão Integrada, analisando também as metas propostas e possíveis soluções alternativas, visando o atendimento pleno da Lei Federal nº 12.305/10 e Decreto 7.404/10;

- Realizar um estudo da gestão atual dos resíduos sujeitos ao sistema de logística reversa, os principais entraves, bem como o estabelecimento de possíveis soluções a nível municipal.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABETRE- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS. **Panorama das Estimativas de Geração de Resíduos Industriais.** Relatório final. São Paulo, 2003.

ABNT- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8419: Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos – Procedimento.** 1992.

ABNT- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.004: Classificação de Resíduos Sólidos.** São Paulo, 2004.

ABNT- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12980: Coleta, varrição e acondicionamento de resíduos sólidos urbanos.** 1993.

ABRAF- Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas. **Anuário estatístico da ABRAF 2012, ano base 2011.** Disponível em < www.abraflor.org.br/estatisticas.asp >. Acessado em 22 de março de 2013.

ALMEIDA, de L. V. **DAES – Modelo para diagnóstico ambiental em estabelecimentos de saúde.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção)- Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC, 2003.

ALMEIDA JUNIOR, A.B. **Adubação Orgânica em Cana-de-Açúcar: Efeitos no solo e na planta.** Dissertação (Mestrado). Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife. 2010.

ANP- AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS-. **Balanco de Produção e Coleta de Óleos Lubrificantes por Região 2011, 2012.** Disponível em: <<https://www.anp.gov.br>>. Acessado em 17 de março de 2013.

ANTAQ- AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS-. **Resolução nº 2190 de 28 de julho de 2011. Aprova a norma para disciplinar a prestação de serviços de retirada de resíduos de embarcações.** Diário Oficial da União. Brasília, DF, 2011.

_____. **Principais Instrumentos de Gestão Ambiental Portuária.** Disponível em <www.antaq.gov.br>. Acessado em 05 de fevereiro de 2013.

ANVISA- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução RDC nº 306 de 7 de dezembro de 2004. Dispõe sobre o regulamento técnico para o**

gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. Diário Oficial da União. Brasília, DF. 2004.

_____. **Gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde.** Ed. ANVISA. Brasília, DF, 2006.

_____. Resolução RDC nº 56 de 06 de agosto de 2008. **Dispõe sobre o Regulamento Técnico de Boas Práticas Sanitárias no Gerenciamento de Resíduos Sólidos nas áreas de Portos, Aeroportos, Passagens de Fronteiras e Recintos Alfandegados.** Disponível em http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2008/res0056_06_08_2008.html, acessado em 20 de abril de 2013.

ARANTES, F. **Os resíduos sólidos domiciliares no município de Guarulhos: análise das variáveis Eficiência e Sustentabilidade na gestão do Aterro Sanitário.** Dissertação (Mestrado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS INDÚSTRIAS DE PNEUMÁTICOS. **Produção na Indústria Brasileira de Pneus.** São Paulo: ANIP, 2011.

BELLOTE et al. **Resíduos da indústria de celulose em plantios florestais.** Boletim de pesquisa florestal, Colombo, n.37, p. 99-106, 1998.

BESSEN, G.R. **Coleta seletiva com inclusão de catadores: construção participativa de indicadores e índices de sustentabilidade.** Tese (Doutorado em Saúde Pública)- Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

BIDONE, F. ; SILVA, A.P.; MARQUES, D.M. **Lodos Produzidos nas Estações de Tratamento de Água (ETAs): Desidratação em Leitos de Secagem e Codisposição em aterros sanitários.** In: Andreoli, C.V. (coord.). Resíduos sólidos do saneamento: Processamento, reciclagem e disposição final. Rima, ABES. Rio de Janeiro, 2001.

BRASIL. Lei nº 9.966 de 28 de abril de 2000. **Dispõe sobre a prevenção, o controle e a fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional e dá outras providências.** Brasília, DF. 2000

_____. Lei nº 11.445 de 05 de janeiro de 2007. **Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico e dá outras providências.** Brasília, DF. 2007.

_____. Lei nº 12.305 de 02 de Agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei 9.605, de 12 de Fevereiro de 1998; e dá outras providências.** Brasília, DF. 2010 (a).

_____. Decreto nº 7.404 de 23 de dezembro 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.** Brasília, DF. 2010 (b).

_____. Resolução CONAMA nº 307, de 05 de julho de 2002 (alterada pelas resoluções nº 348/04, 431/11 e 448/12). **Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.** Disponível em < www.mma.gov.br > . Acessado em 05 de janeiro de 2013.

_____. Resolução CONAMA nº 358, de 29 de abril de 2005. **Dispõe sobre o tratamento e a destinação final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências.** Diário Oficial da União - Brasília, DF. 2005.

_____. Resolução CONAMA nº 362 de 23 de junho de 2005. **Dispõe sobre o recolhimento, coleta e destinação final de óleo lubrificante usado ou contaminado.** Diário Oficial da União - Brasília-DF, 27 de junho de 2005.

_____. Resolução CONAMA nº 401 de 04 de novembro de 2008. **Estabelece os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio para pilhas e baterias comercializadas no território nacional e os critérios e padrões para o seu gerenciamento ambientalmente adequado, e dá outras providências.** Diário Oficial da União - Brasília-DF, 05 de novembro de 2008.

_____. Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH). Resolução nº 29 de 11 de dezembro de 2002. **Define diretrizes para a outorga de uso dos recursos hídricos para o aproveitamento dos recursos minerais.**

CANCHUMANI, G.A.L. **Óleos lubrificantes usados: um estudo de caso de avaliação de ciclo de vida do sistema de rerrefino no Brasil.** Tese (Doutorado em Planejamento Estratégico)- COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

CARVALHO, A.C.; ABDALLAH, P.R. **Análise da Gestão de Resíduos Sólidos no Terminal Porto Novo do Porto Rio Grande, Brasil.** In: Revista da Gestão Costeira Integrada 12 (3): p. 389- 398. 2012

CEMPRE CICLOSOFT 2012. **Radiografando a coleta seletiva.** Disponível em http://www.cempre.org.br/ciclossoft_2012.php, acessado em 22 de abril de 2013.

CENBIO – CENTRO NACIONAL DE REFERÊNCIA BIOMASSA. **Atlas de bionergia do Brasil.** São Paulo, 2008.

CESAR, G. M. **A Gestão de Resíduos e Atividades Portuárias: um Estudo das Oportunidades de Melhorias**. Dissertação (Mestrado em Sistema Integrado de Gestão) – Centro Universitário Senac, São Paulo, 2005.

CETESB- Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **CADRI- Certificado de Movimentação de Resíduos de Interesse Ambiental**. Disponível em: < www.cetesb.sp.gov.br > . Acessado em 25 de abril de 2013.

_____. **Inventário estadual de resíduos sólidos domiciliares 2011**. São Paulo: CETESB. 2012. 218p.

_____. **P4. 231. Vinhaça- Critérios e Procedimentos para Aplicação no Solo Agrícola**. 2006. Disponível em <<http://www.cetesb.sp.gov.br> >. Acesso em 01 de fevereiro de 2013.

CNT- Confederação Nacional dos Transportes. **Transporte atual: edição informativa do sistema**. Revista CNT, ano 15, n. 175, mar. 2010.

COLESANTI, N. F. **Subsídios para o Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde em Municípios de Pequeno Porte: Estudo de Caso do Município de Araraquara-SP**. Monografia (Trabalho de Graduação). Rio Claro-SP, 2008.

COMETTI, J. L. S. **Logística Reversa das Embalagens de Agrotóxicos no Brasil: um caminho sustentável**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável) - Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

CONSONI, A.J.; PERES, C.S. CASTRA, A.P. **Origem e Composição do Lixo**. In: VILHENA, A (coord). Lixo municipal: Manual do Gerenciamento Integrado. 3 ed. São Paulo: CEMPRES, 2010. Capítulo 2, p. 29- 42.

CORDEIRO, J. S. **Processamento de Lodos de Estações de Tratamento de Água (ETAs)**. In: Andreoli, C.V. (coord.). Resíduos sólidos do saneamento: Processamento, reciclagem e disposição final. Rima, ABES. Rio de Janeiro, 2001.

CORDEIRO, J. S. ; BARROSO, Marcelo Melo ; SOUZA, F. G. C. **Estudo comparativo da geração de sólidos em estação de tratamento de água convencional de ciclo completo com decantador de alta taxa**. In: XXIX Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2004, San Juan. Anais do XXIX Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental. San Juan, 2004. v. 1.

CÓRDOBA, R.E. **Estudo do Sistema de Gerenciamento Integrado de Resíduos de Construção e Demolição do Município de São Carlos-SP**. Dissertação (Mestrado em

Engenharia Hidráulica e Saneamento)- Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

COSTA, A.J.C. **Análise de viabilidade da utilização de lodo de ETA coagulado com Cloreto de Polialumínio (PAC) composto com areia como agregado miúdo em concreto para recomposição de calçadas- Estudo de caso na ETA do município de Mirassol- SP.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica e Saneamento)- Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011.

CROWE, M. *et al.* **Waste from electrical and electronic equipment (WEEE): quantities, dangerous substances and treatment methods.** Europe Environment Agency, 2003.

CRUZ, I. **Sistema de Gestão Ambiental para a Operação do Transporte Ferroviário de Carga.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, 2004.

D'ALOIA, L.G.P. **Avaliação multicritério de cenários em gerenciamento de resíduos sólidos urbanos.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica e Saneamento)- Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011.

DAMATO, M.; ROMANINI, P.U. **Gerenciamento de resíduos sólidos em rodovias concedidas do estado de São Paulo.** In: AIDIS; Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Sección Uruguay. Rescatando antiguos principios para los nuevos desafíos del milenio. Montevideo, AIDIS, 2006.

DANTAS, P.L.F. **Análise de Custos na Geração de Energia com Bagaço de Cana-de-Açúcar: um Estudo de Caso em Quatro Usinas de São Paulo.** Dissertação (Mestrado). Programa de Pós Graduação em Energia, Universidade de São Paulo. São Paulo. 2009.

DUARTE, A.P. **Classificação das barragens de contenção de rejeitos de mineração e de resíduos industriais no Estado de Minas Gerais em relação ao potencial de risco.** Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Emissões de Metano por Fermentação Entérica e Manejo de Dejetos de Animais.** Relatórios de Referência (Segundo Inventário Brasileiro de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa). Brasília, DF, 2010.

ESPINOSA, D. C. R.; TENÓRIO, J.A.S. **Reciclagem de baterias: Análise da situação atual no Brasil.** Revista Brasileira de Ciências Ambientais, nº 2. p. 14-20. 2005

FERREIRA, E. R. Gestão e Gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde nos Estabelecimentos Geradores sob Administração Pública Municipal na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Pontal de Paranapanema- SP. Tese (Doutorado). Programa de Pós Graduação em Engenharia Hidráulica e Saneamento, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2012.

FERREIRA, P. Subsídios Bibliográficos e Proposta Metodológica para Elaboração de um Sistema de Combustão, em Escala laboratorial para realização de ensaios com Resíduos de Serviços de Saúde. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2000.

FERREIRA, J.A.; ANJOS, L.A. Aspectos de saúde coletiva e ocupacional associados à gestão dos resíduos sólidos municipais. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 17 (3); p. 689-696, 2001.

FIESP/CIESP. Ampliação da Oferta de Energia através da Biomassa. Setembro de 2001

FRANCO, R. G. F. Protocolo de referência para gestão de resíduos elétricos e eletrônicos domésticos para o município de Belo Horizonte. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos)- Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

FREITAS, S.S. Benefícios sociais e ambientais do coprocessamento de pneus inservíveis, estudo de caso na cidade de João Pessoa- PB. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana e Ambiental) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2010.

FRESCA, F.R.C. Estudo da geração de resíduos sólidos domiciliares no município de São Carlos, SP, a partir da caracterização física. Dissertação (mestrado). Ciências da Engenharia Ambiental, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2007.

GARCES JUNIOR, W. B.; DOMINGUES, E. G. Análise de viabilidade econômica do aproveitamento energético do biogás como energia renovável em granjas de suínos. Goiânia: IFGO, 2010.

GOLDEMBERG, J.; COELHO, S. T. & GUARDABASSI, P. M. (2008). The sustainability of ethanol production from sugarcane. Energy Policy, v.36, p.2086-2097, 2008.

GUIMARÃES, G. C. Estudo de Adensamento e Desidratação dos Resíduos gerados na ETA- Brasília. Dissertação (Mestrado). Brasília, 2007.

GUNTHER, W.M. R. **Resíduos sólidos no contexto da saúde ambiental**. 2008. Tese (Livre Docência)- Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

HORI, M. **Custo da logística reversa de pós-consumo: um estudo de caso dos aparelhos e das baterias de telefonia celular descartados pelos consumidores**. Dissertação (Mestrado em Ciências contábeis)- Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico do ano de 2008**. Rio de Janeiro, RJ. 2010 (a).

_____. **Informações das culturas permanentes e temporárias do Brasil**. Disponível em: <http://seriesestatisticas.ibge.gov.br/lista_tema.aspx?op=0&no=1>. 2010 (b) Acesso em 17 de outubro de 2012.

_____. **Produção da extração vegetal e da silvicultura**. V. 25. Rio de Janeiro, RJ, 2010 (c).

_____. **Pesquisa trimestral do abate de animais**. IBGE, 2009 a. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/acervo/acervo1.asp?ti=1&tf=99999&e=v&t=1&p=AX&z=t&o=3>>. Acesso em 20 de outubro de 2012.

_____. **Pesquisa pecuária municipal – PPM**. IBGE, 2009b.

ICOLD- INTERNATIONAL COMMISSION OF LARGE DAMS. *Tailings dams: risk of dangerous occurrences- Lessons learnt from practical experiences*. Paris. UNEP/ICOLD, 2001 (Bulletin 121).

IEE -INSTITUTO DE ENERGIA E AMBIENTE. **Resíduos rurais**. Disponível em < www.iee.sp.gov.br > . Acessado em 18 de março de 2013.

IKUTA, F.A. **Resíduos Sólidos Urbanos no Pontal do Paranapanema- Inovação e Desafios na Coleta Seletiva e Organização de Catadores**. Tese (Doutorado em Geografia)- Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista. Presidente Prudente, 2010.

INFRAERO- Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária. **Relatório Ambiental**. 2011.

INPEV- Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias. <www.inpev.org.br> , acessado em 15 de fevereiro de 2013.

INSTITUTO ETHOS- **Política Nacional de Resíduos Sólidos- Desafios e Oportunidades para as Empresas.** São Paulo, 2012.

JORDÃO, E.P; CONSTANTINO, A.P. **Tratamento de Esgotos Domésticos.** 4ª Ed, Rio de Janeiro, 2005.

JUNIOR, W. A. D. ; WINDMÖLLER, C.C. **A Questão do Mercúrio em Lâmpadas Fluorescentes.** Química Nova na Escola, nº 28, maio de 2008.

KIEHL, E.J. **Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto.** Piracicaba: E.J. Kiehl, 1998. 171 p.

LAGARINHOS, C.A.F. **Reciclagem de pneus: análise do impacto da legislação ambiental através da logística reversa.** Tese (Doutorado em Engenharia Metalúrgica e de Materiais)- Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

LEITE, W.C.A.. **Estudo da gestão de resíduos sólidos: uma proposta de modelo tomando a Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI) como referência.** Tese (Doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 1997.

LI, X.D.; POON, C.S.; LEE, S.C.; CHUNG, S.S.; LUK, F. *Waste reduction and recycling strategies for the in-flight services in the airline industry.* In: *Resources, Conservation and recycling* n. 37. p 87-99, 2003.

LOZANO, F. A. E. **Seleção de Locais para Barragens de Rejeitos usando o Método de Análise Hierárquica.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Geotécnica)- Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

MACCARINI, A.C. **Logística da obtenção, preparo, otimização do uso e destino final dos resíduos de poda de árvores de logradouros públicos, voltado ao aproveitamento energético para fins industriais.** In: XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Foz do Iguaçu, Paraná, 2007.

MACHADO, W. G. F. **Monitoramento de barragens de contenção de rejeitos da mineração.** Dissertação (Mestrado em Engenharia mineral) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

MARQUES NETO, J.C. **Diagnóstico para estudo de gestão de resíduos de construção e demolição do município de São Carlos- SP.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica e Saneamento). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2004.

_____. **Estudo da gestão municipal dos resíduos de construção e demolição na bacia hidrográfica do Turvo Grande (UGRHI-15).** Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental). Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, SP, 2009.

MARTINS, G.D. **Levantamento Qualitativo dos resíduos sólidos industriais gerados nas micro e pequenas Indústrias do Município de São Carlos (SP) e Panorama Atual dos Inventários Estaduais.** Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2004.

MARTO, G.B.T. **Arborização Urbana.** IPEF (Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais). 2006. Disponível em <<http://www.ipef.br/silvicultura/arborizacaourbana.asp>>. Acesso em: 06 de abril de 2013.

MECHI, A.; SANCHES, D.L. **Impactos ambientais da mineração no Estado de São Paulo.** *Estud. av.* [online]. 2010, vol.24, n.68, pp. 209-220. ISSN 0103-4014.

MEIRA, A.M. **Gestão de resíduos da arborização urbana.** 2010. 179 f. Tese (Doutorado em Ciências, área de concentração em recursos florestais)- Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 2010.

METCALF e EDDY, (2003). **Wastewater Engineering – Treatment and Reuse.** MCGraw-Hill, Inc., 1819p.

MONTEIRO, J. H. P. *et al.* **Manual de gerenciamento integrado de resíduos sólidos.** Rio de Janeiro: IBAM, 2001, 200p.

MOREIRA, W. **Revisão de literatura e desenvolvimento científico: Conceitos e estratégias para confecção.** Janus no 1, 2º semestre de 2004.

NEVES, M.G.F.P. **Quantificação de Resíduos Sólidos na Drenagem Urbana.** Tese (Doutorado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental)- Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

NUNES JUNIOR, D. **Torta de filtro: De resíduo a produto nobre.** Revista Idea News, v.8, p.22-30, 2008.

OLIVEIRA, P. A. V. (Coord.). **Tecnologias para o manejo de resíduos na produção de suínos: manual de boas práticas.** Concórdia: Embrapa, 2004. 109 p.

PAIXÃO, J. F. **Diagnóstico dos Resíduos Sólidos Industriais: relatório de pesquisa.** Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Brasília, 2012 (a).

PAIXÃO, J.F. **Diagnóstico dos Resíduos Sólidos de Transportes Terrestres Rodoviários e ferroviários.** Relatório de Pesquisa- IPEA. Brasília, 2012 (b).

PEGORINI, E.S., ANDREOLI, C.V., SOUZA, M.L.de P. e FERREIRA, A. (2003). **Qualidade do Lodo de esgoto utilizado na Reciclagem Agrícola na Região Metropolitana de Curitiba – PR.** In: *I Simpósio Latino Americano de Biossólidos*. Vol. 1, São Paulo, Brasil. 2003.

PINTO, T.P; GONZÁLEZ, J.L.R (Coord). **Manejo e gestão de resíduos da construção civil.** 196p. il, v.1. Brasília, DF: Caixa Econômica Federal, 2005.

PUGLIESI, E. **Estudo da evolução da composição dos Resíduos de Serviços de Saúde (RSS) e dos procedimentos adotados para o seu gerenciamento integrado, no Hospital Irmandade Santa Casa de Misericórdia de São Carlos- SP.** Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

QUEIROZ, F.F. **Avaliação do aproveitamento de resíduos vegetais por meio da compostagem em leiras revolvidas. Estudo de caso de Londrina.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Edificações e Saneamento)- Centro de Tecnologia e Urbanismo, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2007.

QUIRINO, W. F. **Utilização energética de resíduos vegetais.** Laboratório de Produtos Florestais- IBAMA .s/d.

ReCESA- Rede Nacional de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental-. **Otimização do Sistema de Varrição Pública.** 26p. 2009

RECICLANIP. **Reciclanip, o ciclo sustentável do pneu.** Disponível em < www.reciclanip.com.br > acessado em 07 de abril de 2013.

RECICLATESC. **O Projeto.** Disponível em < www.reciclatesc.org.br>. Acessado em 15 de abril de 2013.

RODRIGUES, A.C. **Fluxo domiciliar de geração e destinação de resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos no município de São Paulo/SP: caracterização e subsídios para políticas públicas.** Tese (Doutorado em ciências)- Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

SANTANDER. **Papa-Pilhas recolheu 126 toneladas de materiais para reciclagem em 2012.** Disponível em < www.santander.com.br >. Acessado em 23 de abril de 2013.
Santos et al., 2011

SÃO PAULO. Lei nº 12.300 de 16 de março de 2006. **Institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos e define princípios e diretrizes.** São Paulo, SP, 2006.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Agricultura e Abastecimento. Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. Instituto de Economia Agrícola. **Levantamento censitário de unidades de produção agrícola do Estado de São Paulo - LUPA 2007/2008.** São Paulo: SAA/CATI/IEA, 2008. Disponível em: <<http://www.cati.sp.gov.br/projetolupa>>. Acesso em 10 de março de 2013.

_____. Decreto nº 57.817 de 28 de fevereiro de 2012. **Institui, sob coordenação da Secretaria do Meio Ambiente, o Programa Estadual de Implementação de Projetos de Resíduos Sólidos e dá providências correlatas.** São Paulo, SP, 2012.

_____. **Uma potência chamada São Paulo.** Disponível em: < http://www.saopaulo.sp.gov.br/conhecasp/principal_conheca>. Acessado em 20 de janeiro de 2013.

SCAPIN, M. A. **Estudo de remoção de elementos inorgânicos e degradação de compostos orgânicos por radiação gama em óleos lubrificantes usados.** Tese (Doutorado em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear- Materiais)- Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo, 2008.

SCHALCH, V. **Estratégias para a Gestão e o Gerenciamento de Resíduos Sólidos.** Tese (Livre-Docente). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2002.

SCHNEIDER, D.M. **Deposições Irregulares de Resíduos da Construção Civil na Cidade de São Paulo.** Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

SCHNEIDER, Vânia E.; RÊGO, Rita de C. E. do; CALDART, Viviane; ORLANDIN, Sandra M.. **Manual de gerenciamento de resíduos sólidos de serviços de saúde.** Educ. Caxias do Sul, RS. 2004.

SCHNEIDER, S. C. R.F. **Gerenciamento de resíduos sólidos em aeroportos: estudo de caso Aeroporto Internacional Salgado Filho.** Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia Ambiental)- Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

SCHNEIDER *et al* . **Diagnóstico dos Resíduos Orgânicos do Setor Agrossilvopastoril e Agroindústrias Associadas: relatório de pesquisa.** Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Brasília, 2012.

SILVA, M.A.S.; GRIEBELER, N.P; BORGES, L.C. **Uso de vinhaça e impactos nas propriedades do solo e lençol freático.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. 2007. vol.11 no.1. 2007.

SILVA, A.B; KOVACS, A; SANTOS, G.A.; CAPELINI, M; MANSOR, M.T.C.; FILET, M; CAMARÃO, T.C.R.C. **Resíduos Sólidos.** Cadernos de Educação Ambiental. Ed: Secretaria do Meio Ambiente. São Paulo, SP, 2010. 152p.

SMA - Secretaria de Estado de Meio Ambiente. **Procedimentos para Implantação de Aterro Sanitário em Valas.** São Paulo, 2005.

SMA - Secretaria de Estado de Meio Ambiente (coord). **Resíduos da construção civil e o Estado de São Paulo. 2012.** Disponível em < www.ambiente.sp.gov.br >. Acessado em 13 de março de 2013.

SOUZA, F. G. C. ; BARROSO, M. M. ; CORDEIRO, J. S. **Estudo comparativo da geração de sólidos em estação de tratamento de água convencional de ciclo completo e ETA ciclo completo com decantador de alta taxa.** In: XXIX Congresso Interamericano de Ingenieria Sanitaria y Ambiental, 2004, San Ruan. Anais do XXIX Congresso Interamericano de Ingenieria Sanitaria y Ambiental, 2004.

STERNADT, G. H. **Pequenos objetos de madeira - POM, compostagem de serragem de madeira.** Brasília, DF: Ibama- Laboratório de Produtos Florestais, 2002.

SZYMANSKI, M.B. *Tailings dams from the perspective of conventional dam engeneering.* In: Canadian Dam Association Conference, Canada: Sudbury, Ontario, 1999.

TAKADA, A. C.S.O. **O Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde e o Direito do Trabalhador.** 2003. 40f. Monografia de final de curso- Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca. Fundação Oswaldo Cruz. Brasília, DF. 2003.

TCHOBANOGLIOUS G *et al.* **Integrated Solid Waste Management: Engineering Principles and management issues.** EUA, McGraw-Hill, 1993.

TEIXEIRA, M.G. **Aplicação de Conceitos da Ecologia Industrial para a Produção de Materiais Ecológicos: o exemplo do resíduo de madeira.** Dissertação (Mestrado Profissional em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais no Processo Produtivo) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2005.

TENÓRIO, J.A.S.; ESPINOSA, D.C.R. **Controle Ambiental de Resíduos.** In: Curso de gestão ambiental / Arlindo Philippi Jr., Marcelo de Andrade Roméro, Gilda Collet Bruna, editores. – Barueri, SP: Manole, 2004. - (coleção ambiental; 1), p.155-212. 2004.

TUOMELA, M; VIKMAN, M.; HATAKKA, A.; ITÄVAARA, M. **Biodegradation of lignina in a compost environment: a review.** In: *Bioresource Technology* 72, p 169-183. 2000.

TUROVSKIY, I.S. e MATHAI, P.K. **Wastewater Sludge Processing.** John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2006.

WEBER, A. C.; MATTIODA, R. A. **Tratamento de Resíduos Sólidos de Aeronaves- Aplicação da Legislação Pertinente no Aeroporto Internacional Afonso Pena.** VIII Congresso Nacional de Excelência em Gestão, Rio de Janeiro, 2012.

VALE, A.T.; SARMENTO, T.R.; ALMEIDA, A.N. **Caracterização e uso de madeira de galhos de árvores provenientes da arborização de Brasília, DF.** In: *Ciência Florestal*, Santa Maria, v.15, n.4, p. 411-420. 2005.

VANZETTO, A.S. **Análise das Alternativas Tecnológicas de desaguamento de Lodos Produzidos em Estações de Tratamento de Esgotos.** Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília. Brasília, 2012.

VENTURA, K.S. **Diagnóstico dos Resíduos de Transportes Aéreos e Aquaviários.** Relatório de Pesquisa, IPEA. Brasília, 2012.

VON SPERLING, M. (2005). **Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos.** Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – DESA – UFMG, Belo Horizonte, MG, 452p.

VON SPERLING, M. e ANDREOLI, C.V. **Introdução.** In: Andreoli, C.V.; Von Sperling, M. e Fernandes, F. *Lodo de Esgotos: Tratamento e Disposição Final.* Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – DESA – UFMG, Belo Horizonte, 2001.

VON SPERLING, M. e Gonçalves, R.F. **Lodo de esgoto: características e produção.** In: Andreoli, C.V.; Von Sperling, M. e Fernandes, F. *Lodo de Esgotos: Tratamento e Disposição Final.* Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – DESA – UFMG, Belo Horizonte, 2001.

ZORDAN, S.E. **Entulho na indústria da construção civil.** Artigo- fichas técnicas, São Paulo: PCC, EPUSP. Disponível em: < http://www.reciclagem.pcc.usp.br/entulho_ind_ccivil.htm>. Acesso em 15 de fevereiro de 2013.

10. APÊNDICE

10.1. Modelo de e-mail elaborado e enviado ao setor responsável das Prefeituras dos municípios amostrados

Ao Ilmo. Sr/ Sra _____

Secretário de _____ da Prefeitura Municipal de _____

Eu me chamo Elcio Eiti Maeda, sou aluno de Mestrado em Engenharia Hidráulica e Saneamento da USP de São Carlos-SP e vos encaminho mui respeitosamente um Ofício (em anexo), solicitando a colaboração desta Secretaria em minha pesquisa de mestrado, bastando para isso responder a seguinte pergunta sobre resíduos sólidos:

Qual a alternativa abaixo que representa a situação atual do município _____ quanto ao Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos?

- ☐ () não iniciou-se sua elaboração
- ☐ () está em fase de elaboração
- ☐ () elaborou, mas ainda não foi aprovado pelo município
- ☐ () o plano já foi oficialmente aprovado pelo município

O Ofício, em anexo, de 1 página, contém mais detalhes da minha pesquisa de mestrado (objetivo, justificativa, dentre outros) e do contato feito com os municípios do Estado de SP. Informamos também que estamos entrando em contato de maneira similar com outros 243 (duzentos e quarenta e três) municípios do Estado de SP.

Desde já agradeço a oportunidade, conto com a contribuição de vosso município com minha pesquisa e estou à disposição para esclarecer quaisquer dúvidas, sendo meus contatos: **(16) 9174-8173** ou no meu email elcio.maeda@usp.br

Atenciosamente

Elcio Eiti Maeda

10.2. Ofício elaborado e enviado ao setor responsável das Prefeituras dos municípios amostrados

Ilustríssimo (a) Senhor (a),

Eu, **ELCIO EITI MAEDA**, engenheiro ambiental, sou aluno de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Hidráulica e Saneamento da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (EESC/USP), sob orientação do Professor Doutor Valdir Schleich, docente do Departamento de Hidráulica e Saneamento (EESC/USP), sendo que meu tema de pesquisa é a Análise dos Planos Municipais de Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos dos municípios do Estado de São Paulo.

A motivação da pesquisa tem como fundamento a Lei Federal nº 12.305 de 02 de Agosto de 2010 que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos e inclui os Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos como um de seus instrumentos. Assim, nessa pesquisa estão sendo levantadas informações sobre a elaboração dos Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de 245 municípios do Estado de São Paulo.

Isto posto, venho, mui respeitosamente, por meio deste ofício requerer junto ao setor responsável que nos informe qual a alternativa abaixo que representa a situação atual do município quanto ao Plano Municipal de Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos:

- ☐ () não iniciou-se sua elaboração
- ☐ () está em fase de elaboração
- ☐ () elaborou, mas ainda não foi aprovado pelo município
- ☐ () o plano já foi oficialmente aprovado pelo município

Informamos que pode ser respondido no corpo do email (não é necessário imprimir, responder e escanear o Ofício).

Se o plano já foi oficialmente aprovado pelo município solicito o envio desse plano neste email, em formato pdf. Convém salientar que a minha pesquisa tem apenas por objetivo a elaboração da dissertação de mestrado neste tema, não tendo nenhum vínculo político ou midiático.

Desde já agradeço o contato e conto com vossa participação e ajuda em minha pesquisa de mestrado!

São Carlos, 16 de janeiro de 2013.

Eng.º Eclio Eiti Maeda
Mestrando do Departamento de Hidráulica e Saneamento
Membro EPER