

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS

FERNANDO DEXTRO ALONSO

**Proposição de medidas para adequação da gestão dos resíduos domiciliares,
de limpeza urbana, da construção civil e de serviços de saúde à Política
Nacional de Resíduos Sólidos no município de Aguaí (SP)**

São Carlos

2018

FERNANDO DEXTRO ALONSO

**Proposição de medidas para adequação da gestão dos resíduos domiciliares,
de limpeza urbana, da construção civil e de serviços de saúde à Política
Nacional de Resíduos Sólidos no município de Aguaí (SP)**

Trabalho de Graduação apresentado ao Curso
de Engenharia Ambiental da Escola de
Engenharia de São Carlos da Universidade de
São Paulo, como parte dos requisitos para
obtenção do título de Engenheiro Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Valdir Schalch

VERSÃO CORRIGIDA

São Carlos
2018

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

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Prof. Dr. Sérgio Rodrigues Fontes da EESC/USP com os dados inseridos pelo(a) autor(a).

A454p Alonso, Fernando Dextro
Proposição de medidas para adequação da gestão dos resíduos domiciliares, de limpeza urbana, da construção civil e de serviços de saúde à Política Nacional de Resíduos Sólidos no município de Aguai (SP) / Fernando Dextro Alonso; orientador Valdir Schalch. São Carlos, 2018.

Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental) -- Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2018.

1. resíduos domiciliares. 2. resíduos de limpeza urbana. 3. resíduos da construção civil. 4. resíduos de serviços de saúde. 5. Política Nacional de Resíduos Sólidos. 6. gestão. I. Título.

FOLHA DE JULGAMENTO

Candidato(a): **Fernando Dextro Alonso**

Data da Defesa: 31/10/2018

Comissão Julgadora:

Valdir Schalch (Orientador(a))

Túlio Queijo de Lima

Juliana Argente Caetano

Resultado:

APROVADO

Aprovado

Aprovado



Prof. Dr. Marcelo Zaiat

Coordenador da Disciplina 1800091- Trabalho de Graduação

RESUMO

ALONSO, F. D. Proposição de medidas para adequação da gestão dos resíduos domiciliares, de limpeza urbana, da construção civil e de serviços de saúde à Política Nacional de Resíduos Sólidos no município de Aguaí (SP). 2018. 108 f. Monografia (Trabalho de Graduação) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2018.

A gestão dos resíduos sólidos por parte das prefeituras municipais se tornou um problema no Brasil, devido à alta geração, periculosidade dos resíduos e a falta de investimentos para realizar um planejamento e colocá-lo em prática. Sendo assim, esse trabalho tem como objetivo principal propor medidas para adequar a gestão dos resíduos estudados ao proposto pela Política Nacional de Resíduos Sólidos no município de Aguaí (SP). Na primeira parte da pesquisa, foi feito o diagnóstico, por meio de estratégias de gestão dos resíduos e da elaboração e aplicação de questionários, da atual gestão dos resíduos domiciliares, de limpeza urbana, da construção civil e de serviços de saúde. Em seguida, foram propostas diversas ações em determinados prazos e períodos para serem executadas, afim de atingir objetivos e metas estabelecidas. Nessa etapa foram utilizados como base os Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Porto Ferreira (SP) e de Rio Brilhante (MS). No diagnóstico foi constatado a má gestão por parte da Prefeitura de Aguaí, já que a disposição final dos resíduos é inadequada, não há programas de educação ambiental e de incentivo a não geração, redução, reutilização e reciclagem e também a cidade não tem Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos. Além disso, não há registro sobre os custos das operações e da quantidade gerada de cada resíduo estudado. Já na etapa de proposição de medidas para adequação da gestão dos resíduos à PNRS foram propostas ações viáveis para se aplicar em prazos de até 20 anos, sendo ações para promover a educação ambiental, a coleta seletiva, para reduzir a quantidade de resíduos orgânicos enviados a disposição final. Além de ações para reduzir os pontos de disposição final irregulares, de resíduos da construção civil, e para melhorar a gestão dos resíduos de serviços de saúde. Portanto, pode-se analisar que a gestão desses resíduos estudados não está de acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos em Aguaí, pelos motivos citados, e que diversas ações tiveram que ser propostas para adequar a gestão aos princípios da lei.

Palavras-chave: Resíduos domiciliares. Resíduos de limpeza urbana. Resíduos da construção civil. Resíduos de serviços de saúde. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Gestão.

ABSTRACT

ALONSO, F. D. Proposition of measures to adapt the management of household waste, urban cleaning, construction and health services to the National Solid Waste Policy in the city of Aguáí (SP). 2018. 108 f. Monography (Bachelor Final Thesis). São Carlos School of Engineering, st University of São Paulo, São Carlos, 2018.

The management of solid waste by city hall has become a problem in Brazil, due to the high generation, dangerousness of waste and the lack of investments to carry out planning and put it into practice. Therefore, this work has as main objective to propose measures to adapt the waste management studied to that proposed by the National Solid Waste Policy in the city of Aguáí (SP). In the first part of the research, it was made the diagnosis, through strategies of waste management and the elaboration and application of questionnaires, of the current management of household waste, urban cleaning, construction and health services. Subsequently, several actions were proposed in certain deadlines and periods to be executed, in order to achieve established goals and targets. At this stage, the Municipal Plans of Integrated Solid Waste Management of Porto Ferreira (SP) and Rio Brilhante (MS) were used as a basis. In the diagnosis, it was verified the poor management by the Prefecture of Aguáí, since the final disposition of the waste is inadequate, there are no environmental education programs and incentive not to generate, reduce, reuse and recycle and also the city does not have Municipal Plan Integrated Management of Solid Waste. In addition, there is no record on the costs of operations and the amount generated of each waste studied. Already in the stage of proposing measures for adequacy of waste management to the PNRS, feasible actions were proposed to be applied in terms of up to 20 years, being actions to promote environmental education, selective collection, to reduce the amount of organic waste sent to final disposition. In addition to actions to reduce irregular final disposal points, construction waste, and to improve the management of waste health services. Therefore, it can be analyzed that the management of these wastes is not in accordance with the National Solid Waste Policy in Aguáí, for the reasons cited, and that several actions had to be proposed to adapt the management to the principles of the law.

Keywords: household waste; urban cleaning waste; construction waste; health services waste; National Solid Waste Policy; management.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Caracterização e classificação de resíduos sólidos	32
Figura 2 - Relação da área urbana e rural de Aguaí	61
Figura 3 – Distribuição da cidade de Aguaí	64
Figura 4 - Organograma das secretarias da prefeitura	65
Figura 5 - Estratégia de gestão para resíduos domiciliares	68
Figura 6 - Estratégia de gestão para resíduos de limpeza urbana	69
Figura 7 - Estratégia de gestão para resíduos da construção civil	70
Figura 8 - Estratégia de gestão para resíduos de serviços de saúde	71
Figura 9 - Gestão dos resíduos domiciliares em Aguaí	74
Figura 10 - Indicação do local de disposição final dos resíduos estudados	75
Figura 11 - Imagem aérea do aterro municipal	76
Figura 12 – Resíduos domiciliares dispostos no aterro municipal	76
Figura 13 – Último local de disposição no aterro municipal.....	77
Figura 14 - Gestão dos resíduos de limpeza urbana em Aguaí	78
Figura 15 - Resíduos de limpeza urbana dispostos sobre os resíduos domiciliares	79
Figura 16 - Gestão dos resíduos da construção civil em Aguaí.....	80
Figura 17 – Identificação da disposição final de RCC	82
Figura 18 – RCC no local de disposição final	83
Figura 19 - Gestão dos resíduos de serviços de saúde em Aguaí	84

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Benefícios econômicos da reciclagem	36
Tabela 2 - Quantidade de municípios por tipo de disposição final adotada.	45
Tabela 3 - Composição dos resíduos da construção civil (%).....	47
Tabela 4 - Número de municípios, total e os com serviços de manejo de RCC, por forma de disposição (valor em porcentagem em relação ao total).....	52
Tabela 5 - Número de municípios com serviço de manejo de RCC, por tipo de processamento (valor em porcentagem em relação ao total)	53
Tabela 6 - Ações para promover a educação ambiental	86
Tabela 7 - Ações para promover a coleta seletiva	87
Tabela 8 - Ações para promover a redução da quantidade de resíduos enviados à disposição final	88
Tabela 9 - Ações para reduzir os pontos de descarte irregular de RCC	89
Tabela 10 - Ações para fiscalizar e adequar a gestão de RSS	90

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

3R's	Redução, Reutilização e Reciclagem
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
CEMPRE	Compromisso Empresarial para Reciclagem
CNEN	Comissão Nacional de Energia Nuclear
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
ONU	Organização das Nações Unidas
PEV's	Pontos de Entrega Voluntária
PIB	Produto Interno Bruto
PMGIRS	Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
RCC	Resíduos da Construção Civil
RD	Resíduos Domiciliares
RDC	Resolução da Diretoria Colegiada
RLU	Resíduos de Limpeza Urbana
RS	Resíduos Sólidos
RSS	Resíduos de Serviços de Saúde
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SEADE	Sistema Estadual de Análise de Dados
SINIR	Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos
SINISA	Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico
SISNAMA	Sistema Nacional do Meio Ambiente
SNVS	Sistema Nacional de Vigilância Sanitária
SSRH	Secretaria de Estado de Saneamento e Recursos Hídricos de São Paulo
SUASA	Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária

UGRHI

Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Critérios técnicos	38
Quadro 2 - Critérios econômico-financeiros	40
Quadro 3 - Critérios político-sociais	41
Quadro 4 - Classificação dos Resíduos de Serviços de Saúde	54
Quadro 5 - Descrição da cor do recipiente por grupo de resíduos	56
Quadro 6 - Descrição e vantagens e desvantagens de cada tipo de tratamento.....	58
Quadro 7 - Aspectos demográficos - 2018	61
Quadro 8 - Participação do valor adicionado setorial no PIB - 2015	62
Quadro 9 - Participação dos vínculos empregatícios por setor (%) - 2017	62
Quadro 10 - Rendimento médio dos vínculos empregatícios por setor (em reais) - 2017	62
Quadro 11 - Indicadores de saúde (por mil) - 2017.....	63
Quadro 12 - Taxa de analfabetismo (%) - 2010	63

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	22
2	OBJETIVOS.....	24
2.1	OBJETIVO GERAL.....	24
2.2	OBJETIVO ESPECÍFICO.....	24
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	25
3.1	POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS.....	25
3.1.1	Política Estadual de Resíduos Sólidos.....	27
3.2	DEFINIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS	30
3.3	RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS.....	33
3.3.1	Resíduos domiciliares.....	33
3.3.2	Resíduos de Limpeza Urbana	42
3.3.3	Panorama Nacional de Resíduos Sólidos Urbanos.....	44
3.4	RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL	45
3.4.1	Definição e classificação	45
3.4.2	Origem, geração e caracterização	46
3.4.3	Coleta e transporte	48
3.4.4	Áreas de triagem e reciclagem.....	49
3.4.5	Disposição final	50
3.4.6	Panorama nacional de resíduos da construção civil	52
3.5	RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE	54
3.5.1	Definição e classificação	54
3.5.2	Segregação.....	55
3.5.3	Acondicionamento.....	56
3.5.4	Coleta interna e externa e armazenamento temporário e externo.....	57
3.5.5	Transporte	57
3.5.6	Tratamento e disposição final.....	58
3.5.7	Panorama nacional de resíduos de serviço de saúde	60
3.6	CARACTERIZAÇÃO DE AGUAÍ (SP)	60
3.6.1	Aspectos socioeconômicos e de uso e ocupação do solo	60
3.6.2	Organograma e Leis Municipais de gestão de Resíduos Sólidos	65
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	67

4.1	DIAGNÓSTICO DA GESTÃO DOS RESÍDUOS ESTUDADOS	67
4.1.1	Estratégias de gestão dos resíduos.....	67
4.1.2	Questionários sobre a gestão dos resíduos estudados.....	71
4.2	PROPOSIÇÃO DE MEDIDAS PARA ADEQUAÇÃO DA GESTÃO DOS RESÍDUOS ESTUDADOS À PNRS.....	72
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	73
5.1	DIAGNÓSTICO DA GESTÃO DOS RESÍDUOS ESTUDADOS	73
5.1.1	Resíduos domiciliares.....	73
5.1.2	Resíduos de limpeza urbana	77
5.1.3	Resíduos da construção civil	79
5.1.4	Resíduos de serviços de saúde.....	83
5.2	PROPOSIÇÃO DE MEDIDAS PARA ADEQUAÇÃO DA GESTÃO DOS RESÍDUOS ESTUDADOS À PNRS.....	84
5.2.1	Educação ambiental.....	85
5.2.2	Resíduos domiciliares.....	86
5.2.3	Resíduos de limpeza urbana	87
5.2.4	Resíduos da construção civil	89
5.2.5	Resíduos de serviços de saúde.....	90
6	CONCLUSÕES	91
	REFERÊNCIAS	92
	Anexo A - Roteiro De Entrevista Para Gestor Do Município Responsável Pela Gestão E Gerenciamento Integrado Dos Resíduos Domiciliares.....	98
	Anexo B - Roteiro De Entrevista Para Gestor Do Município Responsável Pela Gestão E Gerenciamento Integrado Dos Resíduos De Limpeza Urbana.....	101
	Anexo C - Roteiro De Entrevista Para Gestor Do Município Responsável Pela Gestão E Gerenciamento Integrado De Resíduos Da Construção Civil	103
	Anexo D - Roteiro De Entrevista Para Gestor Do Município Responsável Pela Gestão E Gerenciamento Integrado Dos Resíduos De Serviços De Saúde	106

1 INTRODUÇÃO

Um dos grandes problemas enfrentados pela administração pública nas cidades é o causado pela grande geração ou pela periculosidade dos resíduos sejam eles domiciliares, de construção civil, limpeza urbana ou os de serviços de saúde. Cada um desses tipos de Resíduos Sólidos (RS) tem suas melhores práticas de gestão, como a adequada segregação e acondicionamento na fonte geradora, o correto tratamento dos resíduos e a disposição final adequada, a fim de evitar significativos impactos ambientais.

No entanto, no Brasil ainda há muito a ser feito sobre esse tema. Segundo a Organização das Nações Unidas (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, 2016) 80 mil toneladas de resíduos sólidos urbanos são descartadas de maneira incorreta no país e apesar de ter um crescimento de 6,2% ao ano no volume descartado adequadamente, o volume absoluto dos resíduos descartados inadequadamente ainda tem aumentado.

Isso se deve ao fato de que a questão ambiental no Brasil só se tornou mais relevante a partir da segunda metade do século XX, quando foi observada as consequências na saúde da população e no meio ambiente devido as atividades exercidas sem qualquer planejamento ambiental.

Um bom exemplo desse fato é o caso das disposições inadequadas em que a maioria das cidades brasileiras dispõem os resíduos sólidos, considerados inadequados para o destino final de resíduos por não ter manta que impede a infiltração do chorume, os resíduos ficam ao ar livre onde são queimados e ainda há a atividade insalubre por parte de pessoas que catam e separam os RS.

Segundo o Panorama de Resíduos Sólidos no Brasil da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS, 2017) de 5.570 municípios no país apenas 2.239 tem como destino final o aterro sanitário (considerado como a adequada disposição final para os resíduos) o que corresponde a 40% do total. O restante dos municípios possui destinos inadequados que somam 60% ou 3.331 municípios.

Somada a essa questão de destinação inadequada ainda se tem a quantidade gerada, que é bem significativa, e esse conjunto torna o impacto ambiental significativo. Segundo a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (2017) a geração de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) é de 1,04 kg/hab/dia concluindo que é gerado

milhares de toneladas por dia nas cidades brasileiras sem a destinação adequada. Nesse caso não está considerando os Resíduos da Construção Civil (RCC) nem os Resíduos de Serviços de Saúde (RSS) que geralmente também não tem o destino correto.

Pode-se responsabilizar por essa grande geração de resíduos o crescimento populacional do Brasil nas últimas décadas e pelo aumento da população urbana. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2010a) a população era de, aproximadamente, 52 milhões de pessoas em 1950, de 121 milhões em 1980 e de 191 milhões em 2010 e o crescimento da população nas cidades cresceu no mesmo ritmo.

Ainda, nessa era os produtos são feitos para durar menos, o que é chamado de obsolescência programada e o consumo passou a ser mais para produtos descartáveis do que para reutilizáveis.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Recomendar ações com a finalidade de adequar a gestão dos resíduos sólidos urbanos, da construção civil e de serviços de saúde à Política Nacional de Resíduos Sólidos no município de Aguaí (SP).

2.2 Objetivo específico

- Realizar o diagnóstico da gestão dos resíduos a serem estudados.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Política Nacional de Resíduos Sólidos

No dia 02 de agosto de 2010 foi sancionada a Lei 12.305 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Essa lei foi regulamentada pelo Decreto 7.404, de 23 de dezembro de 2010, que criou o Comitê Interministerial da PNRS e o Comitê para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa (BRASIL, 2010a).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos possui onze princípios, listados abaixo:

I – a prevenção e precaução;

II – o poluidor-pagador e protetor-recededor;

III – a visão sistêmica, na gestão dos resíduos sólidos, que considere as variáveis ambiental, social, cultural, econômica, tecnológica e de saúde pública;

IV – desenvolvimento sustentável;

V – a ecoeficiência, mediante a compatibilização entre o fornecimento, a preços competitivos, de bens e serviços qualificados que satisfaçam as necessidades humanas e tragam qualidade de vida e a redução do impacto ambiental e do consumo de recursos naturais a um nível, no mínimo, equivalente à capacidade de sustentação estimada do planeta;

VI – cooperação entre as esferas do poder público, empresariado e demais segmentos da sociedade;

VII – a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos;

VIII – reconhecimento do resíduo sólido reciclável como um bem de valor econômico e social;

IX – respeito às diversidades locais e regionais;

X – direito da sociedade à informação e ao controle social;

XI – a razoabilidade e a proporcionalidade (BRASIL, 2010b).

Ainda, seus quinze objetivos também estão listados a seguir:

I – proteção da saúde pública e da qualidade ambiental;

II – não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final ambientalmente adequada dos resíduos;

III – adoção de padrões sustentáveis de produção e consumo de bens e serviços;

IV – desenvolvimento de tecnologias limpas;

V – redução do volume e periculosidade dos resíduos perigosos;

VI – incentivo à indústria de reciclagem;

VII – gestão integrada de resíduos sólidos;

VIII – articulação das esferas do poder público, destas com o empresariado com vistas à cooperação técnica e financeira para a gestão integrada de resíduos sólidos;

IX – capacitação técnica continuada na área resíduos sólidos;

X – regularidade, continuidade, funcionalidade e universalização da prestação de serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos;

XI – aquisições e contratações governamentais para produtos reciclados e recicláveis e bens, serviços e obras com critério compatíveis aos padrões de consumo social e ambientalmente sustentáveis;

XII – integração dos catadores de materiais recicláveis a ações que envolvam a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos;

XIII – estímulo a implementação da avaliação do ciclo de vida dos produtos;

XIV – melhoramento de sistemas de gestão ambiental e empresarial voltados para os processos produtivos, aproveitamento energético e ao reaproveitamento dos resíduos sólidos;

XV – estímulo a rotulagem ambiental e consumo sustentável (BRASIL, 2010b).

Além disso, os instrumentos da Política Nacional de Resíduos Sólidos são:

I – planos de resíduos sólidos;

II – inventários e o sistema declaratório anual de resíduos sólidos;

III – a coleta seletiva, os sistemas de logística reversa e outras ferramentas sobre a gestão compartilhada do ciclo de vida dos produtos;

IV – incentivo a criação das cooperativas de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis;

V – monitoramento e fiscalização;

VI – cooperação técnica e financeira entre os setores público e privado para desenvolver novos produtos, métodos, processos e tecnologias de gestão, reciclagem, reutilização e tratamento de resíduos e disposição final adequada;

VII – pesquisa científica e tecnológica;

VIII – educação ambiental;

IX – incentivos fiscais, financeiros e de crédito;

X – Fundo Nacional do Meio Ambiente e Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico;

XI – Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (Sinir);

XII – Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (Sinisa);

XIII – conselhos de meio ambiente;

XIV – órgãos colegiados municipais destinados ao controle social dos serviços de resíduos sólidos urbanos;

XV – Cadastro Nacional de Operadores de Resíduos Perigosos;

XVI – acordos setoriais;

XVII – instrumentos da Política Nacional de Meio Ambiente;

XVIII – termos de compromisso e de ajustamento de conduta;

XIX – incentivo à adoção de consórcios entre federados, com vista à elevação de aproveitamento e à redução dos custos envolvidos (BRASIL, 2010b).

Portanto, a Lei 12.305/10 tem como ideia central a redução da quantidade de resíduos destinados a disposição final, com isso, será destinado aos aterros o mínimo possível, somente o que não pode ser aproveitado, assim, invertendo a lógica de manejo de resíduos sólidos (FARIA, 2012).

Nesse tópico foi explorado a base da Política Nacional de Resíduos Sólidos, apenas como uma introdução, sendo que seus objetivos e instrumentos serão explorados em mais detalhes ao longo do trabalho, já que eles são parte essencial para a adequação ambiental da gestão dos resíduos sólidos.

3.1.1 Política Estadual de Resíduos Sólidos

Antes mesmo de ser sancionada a Lei Federal 12.305/10, o Estado de São Paulo já havia sancionado a Lei Estadual 12.300, em 16 de março de 2006, que institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos e define princípios e diretrizes, objetivos, instrumentos para a

gestão integrada e compartilhada de resíduos sólidos, visando o controle e prevenção da poluição, à estabilidade e recuperação da qualidade do meio ambiente no Estado de São Paulo e à promoção da saúde pública, prometendo o uso adequado dos recursos ambientais. (SÃO PAULO, 2006).

Em 05 de agosto de 2009 foi aprovado o Decreto 54.645 que regulamenta dispositivos da Lei 12.300/06 e altera o inciso I do artigo 74 do Regulamento da Lei 997/76, aprovado pelo Decreto 8468/76 (SÃO PAULO, 2009).

A Política Estadual de Resíduos Sólidos possui doze princípios, os quais são muito próximos aos princípios da PNRS, baseados na promoção de produção e consumo sustentável que tem como finalidade a mínima geração de resíduos, sendo, sempre que possível, reaproveitados ou reciclados. Também mantendo a responsabilidade compartilhada por cada fase do ciclo de vida de um produto ao devido encarregado que pode ser desde o produtor de matéria-prima até os coletores.

Dentre os sete objetivos da Lei Estadual 12.300/06, que estão alinhados aos da Lei Federal 12.305/10, vale destacar os seguintes:

III - reduzir a quantidade e a nocividade dos resíduos sólidos, evitar os problemas ambientais e de saúde pública por eles gerados e erradicar os "lixões", "aterros controlados", "bota-foras" e demais destinações inadequadas;

IV - promover a inclusão social de catadores, nos serviços de coleta seletiva;

V - erradicar o trabalho infantil em resíduos sólidos promovendo a sua integração social e de sua família (SÃO PAULO, 2006).

Segundo o artigo 4 da Política Estadual de Resíduos Sólidos (SÃO PAULO, 2006), há vinte e cinco instrumentos para se atingir os objetivos já citados. Por meio de planos de gerenciamento de resíduos sólidos, planos dos geradores, termos de compromisso, licenciamento, monitoramento de indicadores ambientais e acordos voluntários que o Estado de São Paulo utiliza como instrumento da lei. Além de diversos incentivos tais como fiscais e tributários para prevenção da poluição, ao desenvolvimento de tecnologias limpas, ao uso de resíduos e materiais reciclados como matéria-prima, dentre outros.

3.1.1.1 Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos

A elaboração de plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos é condição para o Distrito Federal e os municípios terem acesso a recursos da União, ou por ela controlados, destinados a empreendimentos e serviços relacionados à limpeza urbana e ao manejo de resíduos sólidos, ou para serem beneficiados por incentivos ou financiamentos de entidades federais de crédito ou fomento para tal finalidade. Os municípios terão acesso priorizado aos recursos da União se optarem por soluções consorciadas intermunicipais para a gestão dos resíduos sólidos ou se implantarem a coleta seletiva com a participação de cooperativas ou outras formas de associação formadas por pessoas físicas de baixa renda (BRASIL, 2010b).

Segundo o artigo 19 da Política Nacional de Resíduos Sólidos há 19 incisos que compõem o conteúdo mínimo para o PMGIRS. De forma resumida deve fazer parte do plano o diagnóstico (origem, volume, caracterização, formas de destinação e disposição final) da situação dos resíduos sólidos, identificação de áreas favoráveis para disposição final, possibilidades de soluções consorciadas e dos geradores sujeitos a plano de gerenciamento específico nos termos do artigo 20 ou a sistema de logística reversa do artigo 33. Além de especificações mínimas e indicadores de desempenho dos serviços públicos de limpeza urbana, regras para transporte, definição de responsabilidades quanto a implementação e operacionalização e programas e ações de capacitação técnica, educação ambiental e participação dos grupos interessados.

Ainda sobre os 19 incisos, pode-se citar também os mecanismos para criação de emprego, sistema para cálculo de custos e cobrança a ser feita pelos serviços públicos, metas para reduzir a quantidade de rejeitos para disposição final, descrição de formas e limites da participação do poder público na coleta seletiva e logística reversa disposto no artigo 33, meio para controle e fiscalização. Por fim, tem-se ainda ações preventivas e corretivas, identificação de passivos ambientais relacionados aos resíduos sólidos e a periodicidade de revisão do plano.

3.2 Definição e classificação dos Resíduos Sólidos

A definição de Resíduos Sólidos segundo o artigo 3 inciso XVI da PNRS é:

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

Portanto, pode-se dizer em poucas palavras que resíduos sólidos são materiais, substâncias ou objetos em estado sólido ou semi-sólido que resultem de diversas atividades e que não podem serem lançados na rede pública de esgoto pela inviabilidade técnica ou econômica do tratamento.

Os resíduos sólidos são classificados, de acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010b), quanto a 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;

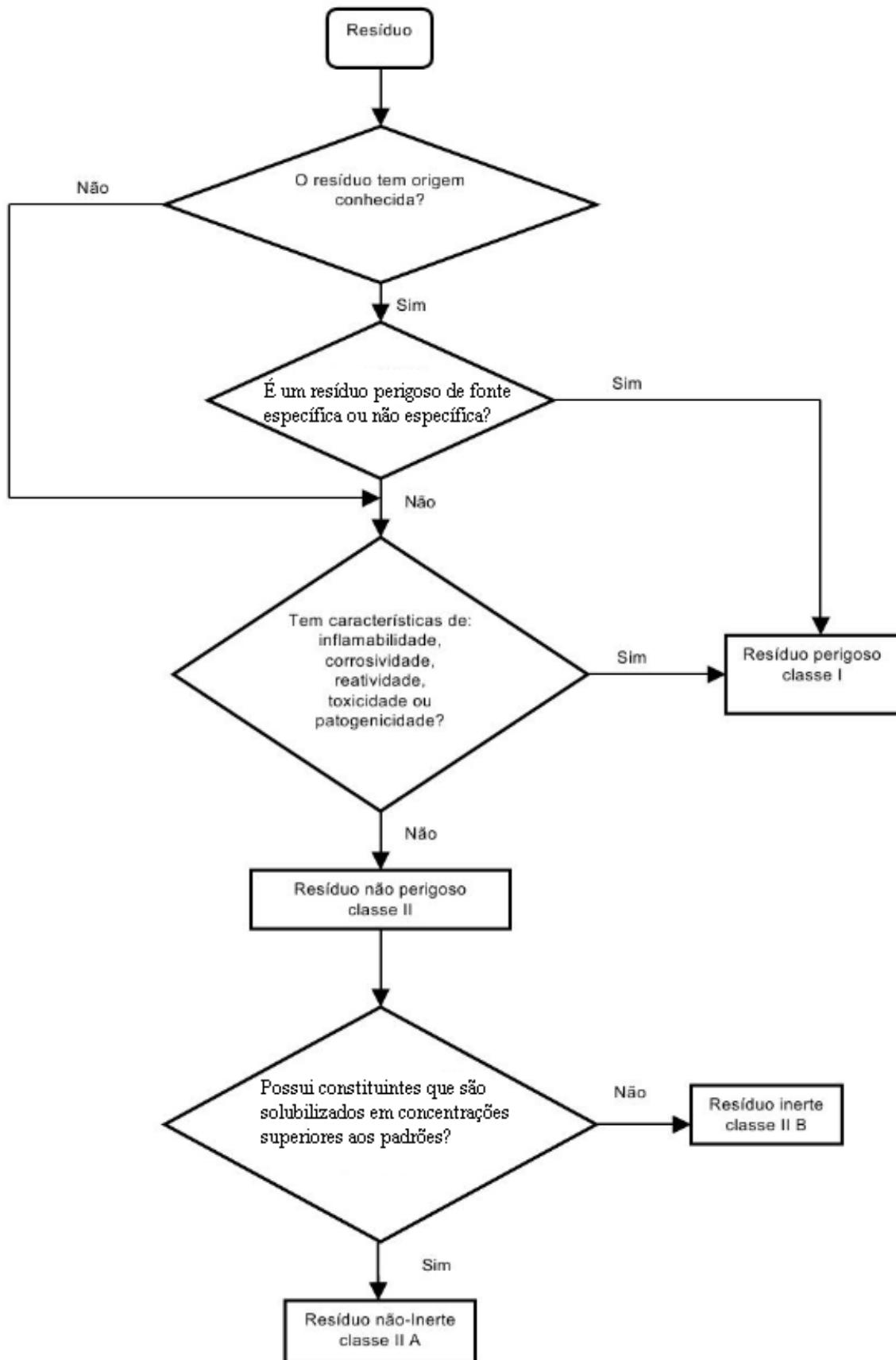
- h) resíduos da construção civil: os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis;
- i) resíduos agrossilvopastoris: os gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos 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.

Ainda, segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (2004a) pela NBR 10.004 os resíduos são classificados também quanto a periculosidade:

- a) Resíduos classe I – Perigosos: são aqueles que apresentam periculosidade ou outras características como inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade;
- b) Resíduos classe II – Não perigosos: que não apresentam periculosidade e são divididos em:
 - a. Classe IIA – Não inertes: que tem propriedades de biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água;
 - b. Classe IIB – Inertes: quaisquer resíduos que quando submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou deionizada, a temperatura ambiente, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações maiores que as consideradas para água potável, exceto pela cor, turbidez, dureza e sabor.

Como forma de facilitar a caracterização e classificação dos resíduos sólidos, a Figura 1 apresenta um esquema que compete a isso.

Figura 1 - Caracterização e classificação de resíduos sólidos



Fonte: Adaptado de Associação Brasileira de Normas Técnicas (2004a)

3.3 Resíduos sólidos urbanos

3.3.1 Resíduos domiciliares

Segundo Leite (2003) após a Segunda Guerra Mundial houve um rápido desenvolvimento tecnológico que permitiu a introdução de novas tecnologias e materiais que contribuíram para a redução de preços e da vida útil da maioria de bens de consumo duráveis. Ainda, o acelerado ímpeto de lançamento de novos produtos no mercado criou um alto nível de obsolescência com clara tendência a descartabilidade.

Esse fato somado ao crescimento populacional, além de outros fatores como os padrões de consumo, propiciaram um rápido crescimento na geração de resíduos. Sendo essa etapa, a geração, muito relevante para a gestão, pois nela é estudada a quantidade e composição dos resíduos que dependem de alguns fatores como renda, clima local e época do ano.

3.3.1.1 Acondicionamento

A etapa de acondicionamento, na estratégia de gestão de resíduos domiciliares, é a que, como conceituam Monteiro *et al.* (2001), significa a preparação para coleta sanitariamente adequada de acordo com o tipo e a quantidade.

O acondicionamento adequado é importante para evitar acidentes e a proliferação de vetores, além de minimizar o impacto visual e olfativo, reduzir a heterogeneidade dos resíduos e facilitar a realização da etapa da coleta e do transporte dos RD (MONTEIRO *et al.*, 2001).

Por fim, ainda de acordo com Monteiro *et al.* (2001), a melhor embalagem para acondicionar os resíduos são os sacos plásticos porque são facilmente amarrados nas “bocas” (garantindo o fechamento), são leves, sem retorno (resultando em coleta mais produtiva), permitem recolhimento silencioso (útil para coletas noturnas) e possuem preço acessível, permitindo a padronização. Além disso, as pessoas podem usar os sacos plásticos de

supermercado, que podem ser grátis, e colaboram para menores índices de ferimentos dos garis pelo fácil manuseio desses sacos.

3.3.1.2 Coleta

Já a etapa de coleta consiste em recolher o resíduo domiciliar acondicionado por quem o produziu para enviá-lo, utilizando o transporte adequado a essa tarefa, a uma possível estação de transferência, tratamento e à disposição final adequada (MONTEIRO *et al.*, 2001).

Geralmente a coleta é realizada pelo sistema porta a porta a qual significa que os resíduos são coletados em cada domicílio. Para isso, a equipe de coleta pode recolher o resíduo que está disposto ao longo das vias ou acumular em determinados pontos (esquinas) para posterior carregamento. A coleta pode ser convencional (misturada) ou seletiva, o que difere uma da outra é que a coleta convencional não exige segregação na fonte enquanto que a seletiva requer a separação em diversas frações (MASSUKADO, 2004).

Segundo a Lei Federal 12.305/10 entende-se por coleta seletiva “coleta de resíduos sólidos previamente segregados conforme sua constituição ou composição” (BRASIL, 2010b).

A coleta seletiva é um instrumento concreto de incentivo à redução, reutilização e separação do material para a reciclagem, incentivando uma mudança de comportamento, principalmente em relação aos desperdícios inerentes à sociedade de consumo (RIBEIRO; LIMA, 2000¹ *apud* TIERNO, 2017).

¹ RIBEIRO, T. F.; LIMA, S. C. Coleta seletiva de lixo domiciliar: estudo de casos. **Caminhos de Geografia**, p. v. 2, n. 2, 50-69, dez. 2000. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/download/15253/8554>>. Acesso em: 25 maio 2018.

3.3.1.3 Transferência

De acordo com Compromisso Empresarial para Reciclagem (2010) as estações de transferência ou transbordo são locais intermediários onde os resíduos dos veículos coletores são transferidos para veículos maiores (possuem capacidade de mais de 40 m³), os quais conduzem todos os resíduos para o local de disposição final. Ainda, os locais de transbordo são necessários no caso de a distância entre a coleta e a disposição final ser maior que 6 km no caso do uso de caminhões convencionais e entre 12 km e 25 km para os veículos compactadores (COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM, 2010). Desse modo, é possível gerar maior economia no transporte.

3.3.1.4 Tratamento

O conceito de tratamento de resíduos sólidos urbanos é definido com uma série de processos que visam a redução da quantidade ou do potencial de poluir desses resíduos, seja impedindo o descarte em locais inadequados ou transformando os RD em materiais inertes ou biologicamente estáveis (MONTEIRO *et al.*, 2001).

Há três tipos principais de tratamento que podem ser utilizados, são eles a reciclagem, compostagem e incineração. Cada um tem suas particularidades e é mais indicado para determinados tipos de resíduos.

A reciclagem é definida pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010b) como um processo de transformação dos resíduos que envolve a alteração de propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, transformando em insumos ou novo produtos.

Conforme Compromisso Empresarial para Reciclagem (2010) as vantagens de reciclar são a diminuição da quantidade de resíduos a ser aterrada, preservação de recursos naturais, economia de energia, diminuição dos impactos ambientais, fomento de novos negócios e geração de empregos. Essas vantagens se traduzem em benefícios econômicos na ordem de R\$460 por tonelada de material reciclado por dia, como está na Tabela 1.

Tabela 1 - Benefícios econômicos da reciclagem

Material	Reciclagem incremental (ton/dia)	Insumos (R\$)	Ambiental (CO₂, energia e biodiversidade) (R\$)	Custos adicional da reciclagem (R\$/ton)	Benefício total (R\$/dia)
Aço	253	32.164	18.741	113	22.287
Alumínio	61	164.496	20.539	113	178.189
Celulose	1.397	460.854	33.517	113	336.563
Plástico	554	644.545	31.009	113	612.982
Vidro	246	29.572	2.711	113	4.436
Total	2.511	1.331.632	106.517		1.154.457

Fonte: COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM (2013)

Porém, para que esses benefícios realmente ocorram a participação da população é fundamental, conforme Monteiro *et al.* (2001), a reciclagem ideal é aquela proporcionada pela separação dos resíduos em casa, isso se dá pelo fato de que a eficiência de reciclar os resíduos domiciliares misturados é muito baixa e depende da tecnologia utilizada na usina. Por isso, na etapa de acondicionamento deve ser feita a segregação dos resíduos para facilitar a reciclagem e, consequentemente, aumentar o potencial de reaproveitamento (TIERNO, 2017).

Uma outra forma de tratamento citada, a compostagem, é definida como processo natural de decomposição biológica de materiais orgânicos (possuem carbono em sua estrutura), de origem animal e vegetal, pela ação de microrganismos, não sendo necessário a adição de qualquer componente físico ou químico. Há a compostagem anaeróbia realizada por microrganismos que vivem sem a presença de oxigênio e demora mais tempo para que a matéria orgânica se estabilize. Por outro lado, a aeróbia, que é mais adequada ao tratamento de RD, é mais rápida que a anterior e ocorre com microrganismos que vivem na presença de oxigênio (MONTEIRO *et al.*, 2001).

Segundo Massukado (2004) os principais fatores que interferem na eficiência do processo são a umidade, oxigenação, temperatura, relação carbono/nitrogênio, pH e a granulometria das partículas de matéria orgânica. Por fim, os benefícios da compostagem que merecem destaque são a redução da quantidade de resíduo a ser aterrado, eliminação de patógenos, economia no tratamento de efluentes e, como o processo produz um novo composto que pode melhorar a estrutura do solo, há a possibilidade de diminuição da necessidade de fertilizantes industrializados.

O último processo, a incineração é uma oxidação térmica que ocorre em temperaturas superiores a 800°C, com excesso de oxigênio gerando calor, vapor de água, nitrogênio, dióxido de carbono e material particulado. Além disso, dependendo da composição do RD pode -se gerar também ácido clorídrico e fluorídrico, óxido de nitrogênio e outras substâncias. (D'ALOIA, 2011).

De acordo com Monteiro *et al.* (2001) as grandes vantagens desse processo são a garantia da eficiência do tratamento (quando está em perfeitas condições) e a redução do volume de resíduos que é bem elevada, cerca de 95%. Por outro lado, as principais desvantagens são o alto custo operacional, de manutenção e de tratamento dos efluentes gasosos e líquidos e exige-se constante trabalho de limpeza para incineradores que não usam gás natural. Além disso, há o elevado risco de contaminação do ar por emissão de materiais particulados e dioxinas.

Por esse motivo e conforme cita Massukado (2004) existe muita polêmica na utilização deste processo pela questão de se é aceitável o alto custo dessa tecnologia e as emissões de gases nocivos à saúde pública em troca do tratamento em si e da geração de energia e calor que são aproveitados no processo.

3.3.1.5 Disposição final

Vale destacar nesse tópico a diferença entre disposição final e destinação final que segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos é:

“VII - destinação final ambientalmente adequada: destinação de resíduos que inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes do Sisnama, do SNVS e do Suasa, entre elas a disposição final, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos;

VIII - 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” (BRASIL, 2010b).

De acordo com Tierno (2017) no Brasil há três formas de disposição final de resíduos, sendo elas: o lixão, aterro controlado e aterro sanitário. Dentre as três somente o aterro sanitário é considerado uma forma ambientalmente adequada, pelo o que está disposto na PNRS, as outras duas alternativas deveriam estar extintas desde 2014 e, portanto, são consideradas disposições finais inadequadas.

Monteiro *et al.* (2001) definem aterro controlado como uma forma de confinar tecnicamente os resíduos sólidos coletados sem poluir o ambiente externo, mas não promove coleta e tratamento do lixiviado e reaproveitamento ou queima do gás. Já aterro sanitário também é um método de confinamento dos resíduos sólidos coletados cobertos com camadas de material inerte, mas que drena, trata e reaproveita o lixiviado e o gás gerado.

Mesmo o aterro sanitário possui algumas desvantagens, sendo elas: a necessidade de grandes áreas para locação, longo período para estabilização do aterro e a interferência causada pela infiltração da água pluvial, além de outros fatores climáticos. Em contrapartida as vantagens são que há o controle na proliferação de vetores, o custo de operação é baixo e há a possibilidade de dispor o lodo proveniente do tratamento de água e esgoto (MASSUKADO, 2004).

A escolha de áreas disponíveis para a implantação de aterro sanitário deve respeitar alguns critérios, conforme define Monteiro *et al.* (2001), eles são técnicos, econômico-financeiros e político-sociais e são apresentados nos Quadros 1, 2 e 3.

Quadro 1 – Critérios técnicos

(continua)

Critérios	Observações
Uso do solo	As áreas têm que se localizar numa região onde o uso do solo seja rural ou industrial o fora de qualquer Unidade de Conservação Ambiental.
Proximidade a cursos d’água relevantes	As áreas não podem se situar a menos de 200 metros de corpos d’água relevantes, tais como, rios, lagos, lagoas e oceanos. Também não poderão estar a menos de 50 metros de qualquer corpo d’água, inclusive valas de drenagem que pertençam ao sistema ao sistema de drenagem municipal ou estadual.

Fonte: Monteiro *et al.* (2001)

Quadro 1 – Critério técnicos

(continuação)

Proximidade a núcleos residenciais urbanos	As áreas não devem se situar a menos de mil metros de núcleos residenciais urbanos que abriguem 200 ou mais habitantes.
Proximidade a aeroportos	As áreas não podem se situar próximas a aeroportos ou aeródromos e devem respeitar a legislação em vigor.
Distância do lençol freático	As distâncias mínimas recomendadas pelas normas federais e estaduais são as seguintes: <ul style="list-style-type: none"> • Para aterros com impermeabilização inferior através de manta plástica sintética, a distância do lençol freático à manta não poderá ser inferior a 1,5 metro. • Para aterros com impermeabilização inferior através de camada de argila, a distância do lençol freático à camada impermeabilizante não poderá ser inferior a 2,5 metros e a camada impermeabilizante deverá ter um coeficiente de permeabilidade menor que 10-6 cm/s.
Vida útil mínima	É desejável que as novas áreas de aterro sanitário tenham, no mínimo, cinco anos de vida útil.
Permeabilidade do solo natural	É desejável que o solo do terreno selecionado tenha uma certa impermeabilidade natural, com vistas a reduzir as possibilidades de contaminação do aquífero. As áreas selecionadas devem ter características argilosas e jamais deverão ser arenosas.
Extensão da bacia de drenagem	A bacia de drenagem das águas pluviais deve ser pequena, de modo a evitar o ingresso de grandes volumes de água de chuva na área do aterro.
Facilidade de acesso a veículos pesados	O acesso ao terreno deve ter pavimentação de boa qualidade, sem rampas íngremes e sem curvas acentuadas, de forma a minimizar o desgaste dos veículos coletores e permitir seu livre acesso ao local de vazamento mesmo na época de chuvas muito intensas.

Fonte: Monteiro *et al.* (2001)

Quadro 1 – Critérios técnicos

(conclusão)

Disponibilidade de material de cobertura	Preferencialmente, o terreno deve possuir ou se situar próximo a jazidas de material de cobertura, de modo a assegurar a permanente cobertura dos RS a baixo custo.
---	---

Fonte: Monteiro *et al.* (2001)

Quadro 2 - Critérios econômico-financeiros

Critérios	Observações
Distância ao centro geométrico de coleta	É desejável que o percurso de ida (ou de volta) que os veículos de coleta fazem até o aterro, através das ruas e estradas existentes, seja o menor possível, com vistas a reduzir o seu desgaste e o custo de transporte dos resíduos
Custo de aquisição do terreno	Se o terreno não for de propriedade da prefeitura, deverá estar, preferencialmente, em área rural, uma vez que o seu custo de aquisição será menor do que o de terrenos situados em áreas industriais.
Custo de investimento em construção e infraestrutura	É importante que a área escolhida disponha de infraestrutura completa, reduzindo os gastos de investimento em abastecimento de água, coleta e tratamento de esgotos, drenagem de águas pluviais, distribuição de energia elétrica e telefonia.
Custos com a manutenção do sistema de drenagem	A área escolhida deve ter um relevo suave, de modo a minimizar a erosão do solo e reduzir os gastos com a limpeza e manutenção dos componentes do sistema de drenagem.

Fonte: Monteiro *et al.* (2001)

Quadro 3 - Critérios político-sociais

Critérios	Observações
Distância de núcleos urbanos de baixa renda	Aterros são locais que atraem pessoas desempregadas, de baixa renda ou sem outra qualificação profissional, que buscam a catação dos resíduos domiciliares como forma de sobrevivência e que passam a viver desse tipo de trabalho em condições insalubres, gerando, para a prefeitura, uma série de responsabilidades sociais e políticas. Por isso, caso a nova área se localize próxima a núcleos urbanos de baixa renda, deverão ser criados mecanismos alternativos de geração de emprego e/ou renda que minimizem as pressões sobre a administração do aterro em busca da oportunidade de catação. Entre tais mecanismos poderão estar iniciativas de incentivo à formação de cooperativas de catadores, que podem trabalhar em instalações de reciclagem dentro do próprio aterro ou mesmo nas ruas da cidade, de forma organizada, fiscalizada e incentivada pela prefeitura.
Acesso à área através de vias com baixa densidade de ocupação	O tráfego de veículos transportando os resíduos sólidos é um transtorno para os moradores das ruas por onde estes veículos passam, sendo desejável que o acesso à área do aterro passe por locais de baixa densidade demográfica.
Inexistência de problemas com a comunidade local	É desejável que, nas proximidades da área selecionada, não tenha havido nenhum tipo de problema da prefeitura com a comunidade local, com organizações não-governamentais (ONG's) e com a mídia, pois esta indisposição com o poder público irá gerar reações negativas à instalação do aterro.

Fonte: Monteiro *et al.* (2001)

Dessa forma, pode-se ver que são necessários vários critérios a serem respeitados para encontrar uma área que seja adequada a implantação do aterro sanitário. Portanto, além de ser um empreendimento que exige um elevado investimento para a preparação da área, ainda é necessário encontrar esse local que respeite os critérios, por outro lado o aterro sanitário é essencial para a melhor gestão de resíduos domiciliares.

3.3.2 Resíduos de Limpeza Urbana

No dia 05 de janeiro de 2007 foi instituída a Lei nº 11.445 que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, altera outras leis e dá outras providências. No artigo 7º inciso III estabelece que varrição, capina e poda de árvores em vias e logradouros públicos e outros eventuais serviços pertinentes à limpeza pública urbana faz parte do serviço público de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos (BRASIL, 2007).

3.3.2.1 Varrição

Varrição é a principal atividade de limpeza de logradouros públicos. Os resíduos de limpeza urbana por varrição são compostos por areia, folhas que são carregadas pelo vento, pontas de cigarro, entre outros, que dependendo das características do local ocorrem em função de arborização existente, intensidade de trânsito de veículos, calçamento e estado de conservação do local, uso dominante (comercial, residencial etc.) ou pela circulação de pedestres (MANSUR; MONTEIRO, 1991).

Além disso, segundo Mansur e Monteiro (1991), um fator que tem muita influência na limpeza urbana é o que eles chamam de grau de educação sanitária da população em que todos deveriam estar conscientes que mais importante que limpar é não sujar. Por isso, o próprio poder público poderia dar o exemplo e plantar árvores que não percam muitas folhas em certas épocas do ano e instalar caixas coletores bem visíveis por toda parte. Assim, as prefeituras verão seu próprio trabalho diminuir no caso da varrição das vias públicas.

Apesar disso, esse serviço tem que ser prestado e as tarefas a serem cumpridas são a de recolher os resíduos domiciliares espalhados na rua, efetuar varrição da calçada e da sarjeta, esvaziar caixas coletores e arrancar o mato da sarjeta e ao redor das árvores e postes uma vez a cada 15 dias (MONTEIRO *et al.*, 2001).

Existem duas maneiras para fazer a varrição: mecânica e manual. A mecânica ocorre, geralmente, em grandes centros urbanos, já que é mais indicada para situações perigosas para varrição como pistas de trânsito rápido, túneis e viadutos. Ainda, apresenta melhores resultados em vias urbanas de grande extensão com boas condições de pavimentação. Já a

varrição manual é um serviço de limpeza urbana que exige um elevado número de trabalhadores e requer a elaboração de um projeto específico que deve ser ajustado periodicamente. Independente da maneira usada, o serviço tem que ser prestado para a beleza da cidade, segurança do tráfego, prevenir doenças e evitar o entupimento do sistema de drenagem de águas pluviais (REDE NACIONAL DE CAPACITAÇÃO E EXTENSÃO TECNOLÓGICA EM SANEAMENTO AMBIENTAL, 2009² *apud* MAEDA, 2013).

3.3.2.2 Poda e capina

Todas as cidades possuem áreas verdes como, principalmente, as praças ou também os parques, vias arborizadas, entre outros. Esses locais são muito importantes por proporcionar áreas de lazer ou um belo paisagismo, além de contribuir para o controle da temperatura e purificação do ar. Apesar disso, tem que ser feita a poda e capina desses locais afim de manter um ambiente agradável. Com isso, são gerados os resíduos de poda e capina que podem ser um problema para a gestão do município.

Diversos municípios do país encontram dificuldades para a destinação desses resíduos, devido ao seu grande volume e às características que inviabilizam a compactação e aumentam o risco de combustão. A destinação deles para os aterros gera um custo elevado, além do desperdício de materiais lignocelulósicos, que poderia ser enviado a compostagem, por exemplo. Ainda, com essa prática, a vida útil dos aterros fica reduzida pelo grande volume de resíduo (MEIRA, 2010).

No entanto, pode-se aproveitar esses resíduos de diversas formas, assim, evitando os impactos por eles causados nos aterros sanitários, conforme Vale, Sarmento e Almeida (2005)³ *apud* 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.

² REDE NACIONAL DE CAPACITAÇÃO E EXTENSÃO TECNOLÓGICA EM SANEAMENTO AMBIENTAL. **Otimização do sistema de varrição pública.** [S.l.: s.n.], 2009.

³ VALE, A. T.; SARMENTO, T. R.; ALMEIDA, A. N. Caracterização e uso de madeiras de galhos de árvores provenientes da arborização de Brasília-DF. **Ciência Florestal**, v. 15, n. 4, p. 411-420, jun. 2005.

- 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 usados 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 usados como lenha em usinas termoelétricas 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.
- 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.

3.3.3 Panorama Nacional de Resíduos Sólidos Urbanos

De acordo com Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (2017), a geração de RSU foi de 214.405 toneladas por dia no Brasil, o que dá em torno de 1,04 quilos por habitante por dia. No entanto, a coleta foi de 195.452 ton/dia ou 0,948 kg/hab/dia. Dividindo a coleta pela geração, tem-se o índice de cobertura da coleta de RSU que foi de, aproximadamente, 91% em 2016.

No caso da coleta seletiva, a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (2017) estima que no Brasil há 3.878 municípios ou quase 70% das cidades há coleta seletiva. Vale ressaltar que nessa estimativa qualquer iniciativa de coleta seletiva é considerada, então muitos desses 3.878 municípios não realizam a coleta em toda sua área urbana.

Por fim, um dado importante é que no Brasil havia 2.239 aterros sanitários em 2016, número menor que em 2015 e que a maioria deles estava nas regiões sul e sudeste. Sendo que

há um total de 5.570 locais de disposição final (lixões, aterros controlados e sanitários) vê-se que apenas 40% são da forma mais adequada de disposição final dos resíduos sólidos urbanos (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS, 2017).

Tabela 2 - Quantidade de municípios por tipo de disposição final adotada.

Disposição Final	Brasil 2015	2016 – Regiões e Brasil					
		Norte	Nordeste	Centro-oeste	Sudeste	Sul	Brasil
Aterro Sanitário	2.244	92	458	161	822	706	2.239
Aterro Controlado	1.774	112	500	148	644	368	1.772
Lixão	1.552	246	836	158	202	117	1.559
Brasil	5.570	450	1.794	467	1.668	1.191	5.570

Fonte: Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (2017)

3.4 Resíduos da construção civil

3.4.1 Definição e classificação

Em 05 de julho de 2002 foi publicada no Diário Oficial da União a Resolução nº 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil (BRASIL, 2002).

Sendo assim, segundo a CONAMA nº307/02 (BRASIL, 2002), resíduos da construção civil são definidos como 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, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica, entre outros, comumente chamados de entulhos de obras.

Além disso, essa mesma resolução classifica os RCC como:

"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, embalagens vazias de tintas imobiliárias e gesso; (Redação dada pela Resolução nº 469/2015).

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 os 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, 2002).

3.4.2 Origem, geração e caracterização

A classificação da origem dos RCC é dividida em materiais de obras viárias, materiais de escavação, demolição de edificações, construção e renovação de edifícios e em limpeza de terrenos, sendo que essa classificação é bastante útil para a quantificação da geração dos

resíduos (THE SOLID WASTE ASSOCIATION OF NORTH AMERICA, 1993⁴ *apud* PINTO, 1999).

Segundo Marques Neto (2009) o processo de geração dos RCC é relacionado a quatro fatores que fazem parte do dia-a-dia nas construções, sendo eles: a ausência de gestão dos resíduos nos canteiros de obras, mão-de-obra despreparada no que diz respeito à gestão de resíduos, perdas e desperdícios de materiais devido a projetos pouco otimizados e métodos ineficazes e consumo excessivo de recursos naturais por superdimensionamento de serviços da construção.

Dessa forma, a geração de resíduos pela ineficaz gestão das obras é elevada no caso de cimento e areia que correspondem a 56% e 44% do material adquirido para a construção, respectivamente. Além disso, para o aço é de cerca de 9%, 13% para blocos e tijolos e 9% no caso do concreto usinado (JOHN; AGOPYAN, 2000). Vale ressaltar que a porcentagem é em relação ao volume adquirido que é diferente para cada material.

De acordo com Pinto (1999) a argamassa é o principal resíduo de construção civil que corresponde a 64% de todos os doze resíduos observados em obras típicas brasileiras. A Tabela 3 apresenta cada resíduo e sua respectiva porcentagem no total.

Tabela 3 - Composição dos resíduos da construção civil (%)

(continua)

Composição dos RCC	Composição Percentual
Argamassas	64,0
Concreto	4,2
Madeira	0,1
Componentes cerâmicos	11,1
Blocos de concreto	0,1
Tijolos	18,0

Fonte: Adaptado de Pinto (1999)

⁴ THE SOLID WASTE ASSOCIATION OF NORTH AMERICA. **Construction waste & demolition debris recycling**. Maryland: Solid Waste Association of North America, 1993.

Tabela 3 - Composição dos resíduos da construção civil (%)

	(conclusão)
Ladrilhos de concreto	0,4
Pedra	1,4
Cimento amianto	0,4
Papel e orgânicos	0,2
Solo	0,1
Total	100

Fonte: Adaptado de Pinto (1999)

3.4.3 Coleta e transporte

Conforme Marques Neto (2009) cidades em que o sistema de manejo dos RCC é repassado para a iniciativa privada, os serviços de coleta e transporte são realizados por empresas, conhecidas como caçambeiros. Muito embora seja dos geradores as responsabilidades pelos resíduos, são as empresas que cumprem o papel de eliminá-los. Por isso, elas têm papel fundamental na gestão, já que recolhem os entulhos das cidades transportando-os até as áreas de disposição final.

Essas empresas que deveriam fazer o descarte adequado dos resíduos as vezes não executam a tarefa corretamente devido a alguns fatores como: novamente a capacidade de fiscalização e controle dos municípios, altos custos com combustíveis e manutenção da frota pelas empresas e falta de incentivo ao beneficiamento dos RCC realizando a triagem e reciclagem dos mesmos (MARQUES NETO, 2003).

Portanto, essas etapas da gestão dos resíduos da construção civil merecem elevada atenção, já que depende delas para a disposição final ambientalmente adequada, que se não for realizada pode provocar significativos impactos ambientais.

3.4.4 Áreas de triagem e reciclagem

De acordo com a Resolução CONAMA nº 307/2002 áreas de triagem são destinadas a receber RCC para a própria triagem, além de armazenamento temporário dos materiais separados e remoção para disposição final, respeitando normas específicas afim de evitar danos à saúde pública e minimizar impactos ambientais. Podem ser implementados em lugares estratégicos nas cidades na forma de Ecopontos e Pontos de Entrega Voluntária (PEV's) que, segundo Tierno (2017), são estações onde o gerador, por iniciativa própria, deve entregar os resíduos separados por suas características físicas.

Por sua própria característica os PEV's e os Ecopontos são para pequenos geradores de resíduos, já que funcionam por entrega voluntária e estão localizados e divididos dentro das cidades. Há também as áreas de triagem para grandes geradores que diminuem ou eliminam o envio de RCC para os bota-foras.

Desta forma, os Ecopontos que são bem gerenciados favorecem a reciclagem, já que auxiliam na separação dos resíduos e geram um elo entre os geradores e as usinas de reciclagem (CÓRDOBA, 2010).

A reciclagem de RCC no Brasil começou no início da década de 1980 com o uso de equipamentos que faziam a moagem dos resíduos menos resistentes, como argamassas, utilizando o novo produto no revestimento da própria obra (PINTO, 1999).

Aliás, frações de rochas naturais e concretos estruturais podem ser reciclados como agregados e usados para produzir concretos estruturais. Já frações de solo misturado e materiais cerâmicos com baixos teores de gesso são transformados, pelas centrais de reciclagem, em agregados que são utilizados em pavimentação de estradas, sendo essa uma vantagem desse processo por ter garantia de mercado do produto reciclado.

Além do uso como revestimento e na base para pavimentação há outros usos para os produtos reciclados que, de acordo com Córdoba (2010), podem ser para agregados de concreto sem ter função estrutural na edificação ou então para fabricação de utensílios de cimento, dentre eles bancos, blocos e pisos em concreto.

O uso dos produtos reciclados apresenta vantagens econômicas, sociais e ambientais como a economia na aquisição de matéria-prima, consequentemente, na preservação de reservas minerais, na criação de alternativas para os produtores e redução no consumo de combustíveis fósseis e energia na produção e transporte dos materiais. Ademais, diminui o

uso de aterro de inertes e a poluição gerada pela disposição inadequada de entulho, minimizando o impacto em rios e o causado pelas enchentes (CARNEIRO *et al.*, 2001⁵ *apud* MARQUES NETO, 2003).

Uma outra vantagem econômica entre o custo de reciclar os resíduos e o custo de limpeza urbana pelo descarte irregular, seguido da correção da disposição e aterramento. Esses últimos processos custam para as prefeituras, aproximadamente, U\$ 10 por metro cúbico, já a reciclagem corresponde a U\$ 2,50/m³ (MARQUES NETO, 2003).

Portanto, a reciclagem de resíduos da construção civil é viável técnica e ambientalmente, já que o risco de contaminação oriundo dessa atividade é considerado baixo, embora seja desejável um controle dos processos. As prefeituras operam centrais de reciclagem para utilizar os novos produtos, principalmente, na pavimentação. Sendo assim, o novo desafio é desenvolver essa prática tendo como base políticas públicas consistentes, pesquisa e desenvolvimento, uma legislação para essa área e promover a educação ambiental para os geradores de RCC (JOHN; AGOPYAN, 2000).

3.4.5 Disposição final

Em 18 de janeiro de 2012 foi publicada a Resolução CONAMA nº 448 que altera os artigos 2º, 4º, 5º, 6º, 8º, 9º, 10º e 11º da Resolução nº 307/02. O artigo 10º estabelece os critérios para a disposição final dos resíduos da construção civil, conforme sua classe, pelas seguintes formas:

“I – Classe A: deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados ou encaminhados a aterro de resíduos classe A de reservação de material para usos futuros” (BRASIL, 2012).

“II – 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;

⁵ CARNEIRO *et al.* (2001). Característica do entulho e do agregado reciclado. In: CARNEIRO, A. P.; BRUM, I. A. S.; CASSA, J. C. S. (Orgs.). **Reciclagem de entulho para produção de materiais de construção.** Salvador: EDUFBA, Caixa Econômica Federal. cap. 5, p. 144-187.

III – Classe C: deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas” (BRASIL, 2002).

“IV – Classe D: deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas” (BRASIL, 2012).

Para melhor entendimento um aterro de resíduos classe A de reservação de material para usos futuros é definido, pela própria Resolução CONAMA nº 448/12, como:

“área tecnicamente adequada onde serão empregadas técnicas de destinação de resíduos da construção civil classe A no solo, visando a reservação de materiais segregados de forma a possibilitar seu uso futuro ou futura utilização da área, utilizando princípios de engenharia para confiná-los ao menor volume possível, sem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente e devidamente licenciado pelo órgão ambiental competente” (BRASIL, 2012).

As disposições finais adequadas expostas pelas Resoluções citadas acima não são observadas na prática em muitos casos de descarte de resíduos da construção civil por uma série de fatores e a disposição irregular é frequentemente observada nos municípios brasileiros.

Os pequenos geradores, que realizam obras informais como reformas ou ampliações, buscam áreas livres próximas para depositar os resíduos. Consequentemente, essas áreas acabam por servir como local para destinação de qualquer resíduo que não se tenha solução. Com isso, há a deterioração do ambiente pelo comprometimento da paisagem, tráfego de pedestres, drenagem urbana e multiplicação de vetores. Ainda, a incidência dessas áreas depende da capacidade de fiscalização e gestão do município e da existência de áreas suficientes para a disposição final ambientalmente adequada (PINTO, 1999).

Segundo Pinto (1999) geralmente os grandes geradores fazem a disposição adequada dos RCC em aterros de inertes. Esse tipo de aterro pode ser em grandes ou pequenas áreas, públicos ou privados, que são designados para a recepção de resíduos da construção civil ou outros resíduos inertes. No entanto, o problema encontrado nesse caso é o rápido esgotamento dessas áreas.

Portanto, vale ressaltar que deve haver por parte do Poder Público a fiscalização da disposição desses resíduos para evitar maiores impactos pelo descarte irregular. Ainda, deve-

se incentivar a triagem, com a construção de Ecopontos em locais estratégicos nas cidades, e reciclagem de parte desses resíduos e os que não há tecnologia e viabilidade devem ser descartados conforme as normas técnicas específicas, apresentadas na NBR 15.113 de 2004 que estabelece diretrizes para projeto, implantação e operação de aterros de inertes.

3.4.6 Panorama nacional de resíduos da construção civil

De acordo com a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (2017) foram coletadas 123.619 toneladas por dia de resíduos da construção civil que corresponde a 0,6 quilos por habitante por dia em 2016, um pouco abaixo de 2015 em que foi coletado 123.721 toneladas por dia. A região brasileira com a maior coleta foi a sudeste com 63.981 t/dia e a menor coleta foi a norte com 4.720 t/dia. Já o maior índice do volume coletado por habitante foi na região centro-oeste com 0,882 kg/hab/dia e o menor foi de novo na região norte com 0,266 kg/hab/dia.

No Brasil em 1.330 municípios os RCC são dispostos em vazadouros junto com outros resíduos, que corresponde a 23,90% do total de municípios e em apenas 392 ou 7,05% é feito processamento (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2010b). As Tabelas 4 e 5 apresentam mais detalhes.

Tabela 4 - Número de municípios, total e os com serviços de manejo de RCC, por forma de disposição (valor em porcentagem em relação ao total)

	(continua)
Total de municípios*	5.564 (100)
Total	4.031 (72,45)
Disposição em vazadouro em conjunto com os demais resíduos	1.330 (23,90)
Disposição/utilização sob controle em aterro convencional em conjunto com os demais resíduos	442 (7,94)

* O município pode apresentar mais de uma forma de disposição.
Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2010b)

Tabela 4 - Número de municípios, total e os com serviços de manejo de RCC, por forma de disposição (valor em porcentagem em relação ao total)

(conclusão)

Disposição sob controle em pátio ou galpão de estocagem da prefeitura específico para resíduos especiais	176 (3,16)
Disposição sob controle em aterro da prefeitura específico para resíduos especiais	267 (4,80)
Disposição sob controle em aterro de terceiros específico para resíduos especiais	181 (3,25)
Utilização definitiva e sob controle dos resíduos como material de aterro pela prefeitura após triagem e remoção dos resíduos classes B, C e D	503 (9,04)
Utilização definitiva e sob controle dos resíduos como material de aterro por terceiros após triagem e remoção dos resíduos classes B, C e D	292 (5,25)
Outra	1.235 (22,20)

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2010b)

Tabela 5 - Número de municípios com serviço de manejo de RCC, por tipo de processamento (valor em porcentagem em relação ao total)

Total de municípios*	5.564 (100)
Total	4.031 (72,45)
Total com processamento	392 (7,05)
Triagem simples dos RCC reaproveitáveis (classes A e B)	124 (2,23)
Triagem de Trituração simples dos resíduos classe A	14 (0,25)
Triagem e Trituração dos resíduos classe A com classificação granulométrica dos agregados reciclados	20 (0,36)
Reaproveitamento dos agregados produzidos na fabricação de componentes construtivos	79 (1,42)
Outro	204 (3,67)

* O município pode apresentar mais de um tipo de processamento.

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2010b)

Com esses dados pode-se ver que há muito o que ser feito nessa área para promover uma gestão adequada desses resíduos visando a melhor disposição e, acima disso, a não geração seguida dos 3R's.

3.5 Resíduos de serviços de saúde

3.5.1 Definição e classificação

No dia 04 de maio de 2005 foi publicada a Resolução CONAMA nº 358 que dispõe sobre o tratamento e disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências. Essa Resolução define resíduos de serviços de saúde como:

“todos aqueles resultantes de atividades exercidas nos serviços definidos no art. 1º desta Resolução que, por suas características, necessitam de processos diferenciados em seu manejo, exigindo ou não tratamento prévio à sua disposição final” (BRASIL, 2005).

As atividades exercidas nos serviços definidos no art. 1º são de atendimento à saúde humana ou animal; laboratórios de análise de produtos para saúde; necrotérios e funerárias; serviços de medicina legal, drogarias e farmácias; instituições de ensino e pesquisa; centros de controle de zoonoses; distribuidores de produtos farmacêuticos; importadores, distribuidores e produtores de materiais e controle para diagnóstico *in vitro*; unidades móveis de serviços de saúde e serviços de acupuntura e tatuagem (BRASIL, 2005).

Esta mesma Resolução classifica os RSS conforme o Quadro 4:

Quadro 4 - Classificação dos Resíduos de Serviços de Saúde

(continua)

Grupo	Classificação
A	Resíduos que podem conter agentes biológicos em maior virulência ou concentração apresentando risco de infecção
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

Fonte: Resolução CONAMA nº 358/05 adaptado pelo autor.

Quadro 4 - Classificação dos Resíduos de Serviços de Saúde

(conclusão)

C	Quaisquer materiais resultantes de atividades humanas que contenham radionuclídeos em quantidades superiores aos limites de eliminação especificados nas normas da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN)
D	Resíduos que não apresentam risco biológico, químicos ou radiológico à saúde ou ao meio ambiente, podendo ser equiparados aos resíduos domiciliares
E	Materiais perfurocortantes ou escarificantes

Fonte: Resolução CONAMA nº 358/05 adaptado pelo autor.

3.5.2 Segregação

No dia 07 de dezembro de 2004 foi publicada a Resolução RDC nº 306 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) que dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. Essa Resolução define segregação como a “separação de resíduos no momento e local de sua geração, de acordo com as características físicas, químicas, biológicas, o seu estado físico e os riscos envolvidos” (BRASIL, 2004).

Essa etapa do gerenciamento dos RSS é muito importante porque reduz a quantidade de resíduos que necessita de cuidados especiais, já que os infecciosos, patogênicos ou perigosos quando misturados com os outros coloca em risco toda a massa sendo, nesse caso, necessário o manejo específico do todo como se fossem resíduos especiais (MACHADO, 1988 *apud* PUGLIESI, 2010).

Já Ferreira (2012) cita que as dificuldades na segregação dos resíduos apontam na falta de conhecimento técnico no manejo e que há a necessidade de intervenção no setor dando orientação aos profissionais desse ramo afim de que a segregação e as outras etapas sejam executadas satisfatoriamente.

Analogamente aos resíduos domiciliares, a etapa de segregação norteará as seguintes etapas, principalmente, se haverá reutilização ou reciclagem dos resíduos e quais poderão ser os tratamentos empregados para dispor adequadamente. Portanto é de extrema importância a boa execução para não comprometer a estratégia de gestão dos resíduos de serviços de saúde.

3.5.3 Acondicionamento

De acordo com a RDC nº 306/04 (BRASIL, 2004) “acondicionamento consiste no ato de embalar os resíduos segregados, em sacos ou recipientes que evitem vazamentos e resistam às ações de punctura e ruptura. A capacidade dos recipientes de acondicionamento deve ser compatível com a geração diária de cada tipo de resíduo”.

Portanto, o acondicionamento deve ser feito respeitando as características físicas e em vasilhames que os suportem química e fisicamente, sendo que os mais usados são os sacos plásticos branco leitosos e as caixas para materiais perfurocortantes (FERREIRA, 2012). Ainda, o acondicionamento deve respeitar alguns critérios com relação as cores dos recipientes, com o grupo e o material dos resíduos, como está no Quadro 5.

Quadro 5 - Descrição da cor do recipiente por grupo de resíduos

Grupo	Risco	Descrição da cor do recipiente	
A	Infectante	Saco branco leitoso	
B	Químico	Saco laranja	
C	Radioativo	Saco magenta	
D	Comum	Cinza	
		Material	Cor
		Papel	Azul
		Plástico	Vermelho
		Metal	Amarelo
		Vidro	Verde
		Orgânico	Marrom
E	Perfurocortante	Caixa rígida específica	

Fonte: RDC nº 306/2004 adaptado por Pugliesi (2010)

3.5.4 Coleta interna e externa e armazenamento temporário e externo

A coleta interna é definida como o transporte interno dos resíduos dos pontos de geração até o local de armazenamento temporário. Ela deve ser feita em horários que não há distribuição de roupas, alimentos e medicamentos, períodos de visitas, ou seja, de maior fluxo de pessoas. Além disso, deve-se ter uma coleta para cada grupo de resíduos em recipientes de material rígido, lavável, impermeável, com tampa articulada, cantos e bordas arredondadas e com o respectivo símbolo para identificação (BRASIL, 2004).

Já o armazenamento temporário representa o local próximo aos pontos de geração dos resíduos e tem como objetivo otimizar a coleta dentro do estabelecimento e o deslocamento entre a coleta interna e o armazenamento externo (BRASIL, 2004).

Portanto, esse sistema com armazenamento temporário deve ocorrer em estabelecimentos em que se justifique a utilização do mesmo pela maior distância entre o armazenamento externo e os pontos de geração.

Então, nos estabelecimentos que houver um local para armazenamento temporário deve ter também a coleta externa que, segundo Ferreira (2012), consiste no transporte dos RSS desse armazenamento até o abrigo de resíduos, também chamado de armazenamento externo. Nessa etapa também vale as mesmas exigências com relação a segurança ocupacional da coleta interna.

Por fim, o abrigo de resíduos ou armazenamento externo é o local, em ambiente exclusivo e de fácil acesso para os veículos coletores, onde é guardado os recipientes de resíduos até a realização da etapa de transporte (BRASIL, 2004).

3.5.5 Transporte

A etapa de transporte consiste na coleta dos resíduos que estão no armazenamento externo dos estabelecimentos transportando-os até os locais de tratamento e/ou disposição final. Para isso, deve-se utilizar técnicas, de acordo com as diretrizes dos órgãos de limpeza urbana, para assegurar a integridade dos trabalhadores, da população e do meio ambiente e a preservação do acondicionamento dos RSS (BRASIL, 2004).

Ferreira (2012) enfatiza o fato de que deve respeitar normas para o transporte, já que os veículos coletores irão circular pelas cidades ou fora delas, dependendo do local de tratamento ou disposição final. Logo, o cumprimento das normas é de extrema importância para evitar problemas de saúde pública.

Segundo a Resolução RDC nº 306/2004 (BRASIL, 2004) as normas a serem respeitadas são a NBR 12.810 e 14.652 da ABNT.

3.5.6 Tratamento e disposição final

O tratamento dos RSS significa a aplicação de método, técnica ou processo que altere o risco inerente desses resíduos, minimizando ou eliminando o risco de contaminação, de acidentes ou danos ao meio ambiente (BRASIL, 2004).

Em outras palavras, o tratamento tem como finalidade alterar as características físicas, químicas, biológicas ou mesmo a composição dos resíduos de serviços de saúde afim de se ajustar aos padrões de disposição final (ANDRADE, 1997⁶ *apud* PUGLIESI, 2010).

No Quadro 6 é apresentado as características, vantagens e desvantagens dos principais tipos de tratamento no Brasil, que são: a autoclavagem, incineração e micro-ondas.

Quadro 6 - Descrição e vantagens e desvantagens de cada tipo de tratamento

(continua)

Autoclavagem	<p>Tratamento de descontaminação com utilização de vapor em altas temperaturas, podendo chegar a 135 °C.</p>	<p>Vantagens: baixo custo de investimento, econômico para pequenos empreendimentos, relativamente fácil de operar e não gera emissões para a atmosfera.</p> <p>Desvantagens: eficiência de esterilização depende da correta operação, algumas embalagens impedem a entrada de vapor comprometendo a esterilização completa e não pode ser usada para resíduos anatômicos.</p>
---------------------	--	---

Fonte: Crema *et al.* (2009) *apud* Pugliesi (2010)

⁶ ANDRADE, J. B. L. **Análise do fluxo e das características físicas, químicas e microbiológicas dos resíduos de serviço de saúde:** proposta de metodologia para o gerenciamento em unidades hospitalares. 1997. 208 f. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1997.

Quadro 6 - Descrição e vantagens e desvantagens de cada tipo de tratamento
(conclusão)

Incineração Converte combustíveis em cinzas e gases de combustão. Utiliza gás natural, metano ou diesel para combustão, geralmente possuem câmara primária (atua com temperatura de 800 a 1.000 °C) e secundária (atua com temperatura de 900 a 1.200 °C).	Vantagens: aplicável a todos os resíduos, grande redução no volume (aproximadamente 80%), calor gerado pode ser usado para gerar energia elétrica e diminui custos do transporte de escória aos aterros. Desvantagens: elevado custo de investimento, emissão de poluentes gasosos (caso não exista um sistema eficiente de tratamento dos gases) e necessidade de sistema de monitoramento ambiental.
Micro-ondas Indução elétrica produzida por campos elétricos alternados com frequências elevadas que entram em ressonância com as moléculas de água existentes nos RSS provocando aquecimento (frequências utilizadas varia de 915 a 2.450 MHz).	Vantagens: redução de 80% do volume, fácil operação, ocupa pequena área e não produz efluente líquido nem emite gases na atmosfera. Desvantagens: impedimento de operação no cone de recepção, quando entra objetos rígidos no triturador, que aceita somente pequenas peças de metal.

Fonte: Crema *et al.* (2009) *apud* Pugliesi (2010)

Por fim, a última etapa do gerenciamento dos resíduos de serviços de saúde é a disposição final que, analogamente aos outros resíduos aqui explorados e conforme a Resolução RDC nº 306/04 (BRASIL, 2004) é definida como a “disposição de resíduos no solo, previamente preparado para receber-los, obedecendo a critérios técnicos de construção e operação, e com licenciamento ambiental”.

3.5.7 Panorama nacional de resíduos de serviço de saúde

No Brasil em 2016 foram coletadas 256.238 toneladas de resíduos de serviços de saúde o que equivale a 3,38 gramas por habitante por dia. Desse montante coletado foram destinados a incineração 50,2%, a autoclave 22,3%, a micro-ondas 1,8% e o restante de 25,7% não foram tratados previamente antes de serem dispostos em aterros, valas sépticas ou mesmo em lixões (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS, 2017).

Ainda segundo a Associação Brasileira de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS, 2017) a capacidade instalada para tratamento de RSS no Brasil em 2016 era de 363.285 tonelada por ano divididos em 56.940 t/ano para micro-ondas, 114.026 t/ano no caso da incineração e 192.319 t/ano no uso de autoclaves.

3.6 Caracterização de Aguaí (SP)

3.6.1 Aspectos socioeconômicos e de uso e ocupação do solo

3.6.1.1 Dinâmica populacional

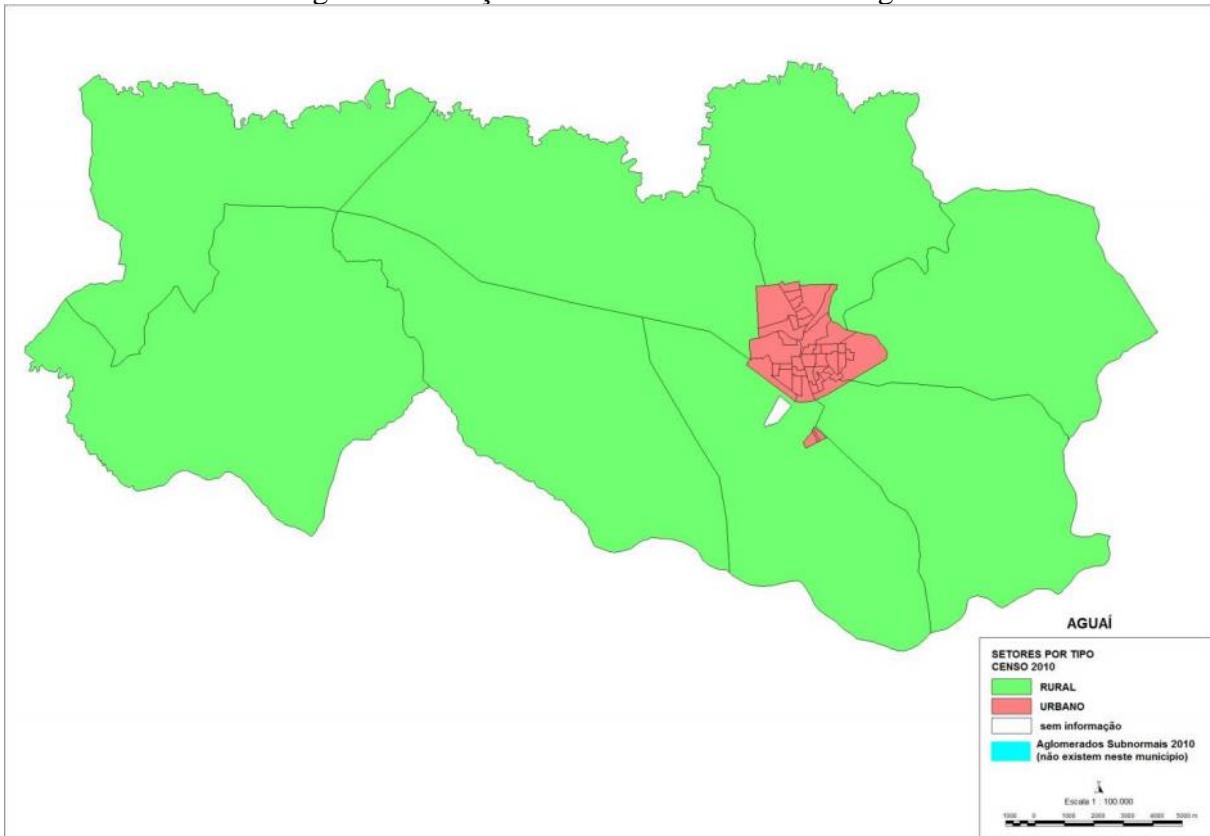
Aguaí e o Estado de São Paulo possuem um alto grau de urbanização, acima de 90%, por outro lado, a cidade possui menor densidade demográfica (FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL ANÁLISE DE DADOS, 2018), já que detém uma grande área municipal e uma mancha urbana concentrada, representadas na Figura 2. Outros aspectos demográficos estão no Quadro 7.

Quadro 7 - Aspectos demográficos - 2018

Unidade	População (hab.)	Grau de urbanização (%)	População urbana (hab.)	Área (km ²)	Densidade demográfica (hab/km ²)
Aguáí	34.919	91,85	32.073	474,55	73,58
Estado de São Paulo	43.993.159	96,42	42.418.204	248.219,63	177,23

Fonte: FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL ANÁLISE DE DADOS (2018).

Figura 2 - Relação da área urbana e rural de Aguáí



Fonte: SECRETARIA DE ESTADO DE SANEAMENTO E RECURSOS HÍDRICOS DE SÃO PAULO (2014).

3.6.1.2 Características econômicas

Em Aguáí, assim como no Estado de São Paulo, os setores que mais adicionam valor ao produto interno bruto (PIB) são o de serviços e da indústria que correspondem a, aproximadamente, 92% do PIB da cidade. Ainda, o PIB *per capita* é de, cerca de, R\$22.000 na cidade enquanto que no Estado é de R\$45.064,93 (FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL ANÁLISE DE DADOS, 2018).

Quadro 8 - Participação do valor adicionado setorial no PIB - 2015

Unidade	Participação do valor adicionado (%)			PIB (em milhões de reais)	PIB per capita (em reais)	Participação no Estado (%)
	Agropecuária	Indústria	Serviços			
Aguaiá	7,73	32,13	60,14	747,43	22.042,20	0,038
Estado de São Paulo	1,62	21,93	76,45	1.939.890	45.064,93	100

Fonte: FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL ANÁLISE DE DADOS (2018).

No caso das participações dos vínculos empregatícios, o setor agropecuário, com 21,03%, é um dos setores que mais emprega em Aguaí, porém, no Estado de São Paulo, esse setor é o que menos emprega, com 2,51% de participação. Além disso, o setor que mais emprega em Aguaí é o de indústria enquanto que o de construção civil é o que menos emprega, apenas 1,69% de participação (FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL ANÁLISE DE DADOS, 2018).

Quadro 9 - Participação dos vínculos empregatícios por setor (%) - 2017

Unidade	Agropecuário	Indústria	Construção	Comércio	Serviços
Aguaiá	21,03	29,70	1,69	19,87	27,71
Estado de São Paulo	2,51	17,72	4,04	20,21	55,52

Fonte: FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL ANÁLISE DE DADOS (2018).

Ainda segundo a Fundação SEADE (FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL ANÁLISE DE DADOS, 2018), sobre o rendimento médio de cada vínculo empregatício, o setor que possui o maior rendimento em Aguaí, assim como no Estado de São Paulo, é da indústria. Os rendimentos dos demais setores estão no Quadro 10.

Quadro 10 - Rendimento médio dos vínculos empregatícios por setor (em reais) - 2017

Unidade	Agropecuário	Indústria	Construção	Comércio	Serviços
Aguaiá	1.754,69	2.957,31	1.653,04	1.719,93	2.337,79
Estado de São Paulo	2.006,99	3.796,28	2.719,49	2.509,24	3.507,50

Fonte: FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL ANÁLISE DE DADOS (2018).

Com relação as finanças públicas municipais, a arrecadação da prefeitura foi de R\$75.688.743,12 que corresponde a R\$2.131,60 por habitante no ano de 2017 (PORTAL DA TRANSPARÊNCIA MUNICIPAL, 2018).

3.6.1.3 Infraestrutura urbana e social

Segundo o site da Câmara Municipal de Aguaí (CÂMARA MUNICIPAL DE AGUAÍ, 2018) a distância da cidade à capital é de 200km e há três rodovias no sistema viário: a SP-225, SP-340 e a SP-344.

Com relação ao consumo de energia houve aumento tanto do número de consumidores quanto do consumo total. Em 2016, o consumo foi de 81.817 MWh por 13.184 consumidores, contudo, em 2017 o número de consumidores foi para 13.389 que fizeram o uso de 84.601 MWh (FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL ANÁLISE DE DADOS, 2018).

Em Aguaí não há nenhum hospital em funcionamento, mas, segundo o IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFICA E ESTATÍSTICA, 2017) há 12 estabelecimentos de saúde em funcionamento, com base no ano de 2009. Ainda, o Quadro 11 apresenta dois indicadores de saúde no município e no Estado de São Paulo.

Quadro 11 - Indicadores de saúde (por mil) - 2017

Unidade	Taxa de Natalidade	Taxa de Mortalidade infantil
Aguaí	13,01	15,56
Estado de São Paulo	14,00	10,74

Fonte: FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL ANÁLISE DE DADOS (2018).

No que se refere ao tema de educação, no município há 20 escolas de ensino fundamental e 5 de ensino médio, além disso, apresenta uma das piores taxas de escolarização de 6 a 14 anos do país, na posição 4.692 de 5.570 cidades (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFICA E ESTATÍSTICA, 2017). No Quadro 12 há mais um dado sobre o ensino na cidade.

Quadro 12 - Taxa de analfabetismo (%) - 2010

Unidade	Taxa de analfabetismo da população com 15 anos e mais
Aguaí	7,73
Estado de São Paulo	4,33

Fonte: FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL ANÁLISE DE DADOS (2018).

3.6.1.4 Uso do solo

Vegetação de porte médio a alto, vegetação de porte rasteiro a baixo e outros usos (naturais e antrópicos) são as categorias do uso do solo. Segundo a SSRH (SECRETARIA DE

ESTADO DE SANEAMENTO E RECURSOS HÍDRICOS DE SÃO PAULO, 2014) a categoria de vegetação de porte médio a alto é dividida em mata, mata ciliar e reflorestamento, que correspondem a 13,82% da área do município. Já, a categoria de vegetação de porte rasteiro a baixo é a maior e corresponde a 82,12% da área e é dividida em culturas perene e pastagem e campo antrópico (SECRETARIA DE ESTADO DE SANEAMENTO E RECURSOS HÍDRICOS DE SÃO PAULO, 2014).

Por fim, ainda de acordo com a SSRH (SECRETARIA DE ESTADO DE SANEAMENTO E RECURSOS HÍDRICOS DE SÃO PAULO, 2014), a categoria de usos naturais e antrópicos é dividida em corpos d'água e área urbanizada que correspondem, respectivamente, a 2,69% e 1,37% da área total do município. Na Figura 3 está representada a distribuição da área urbanizada.

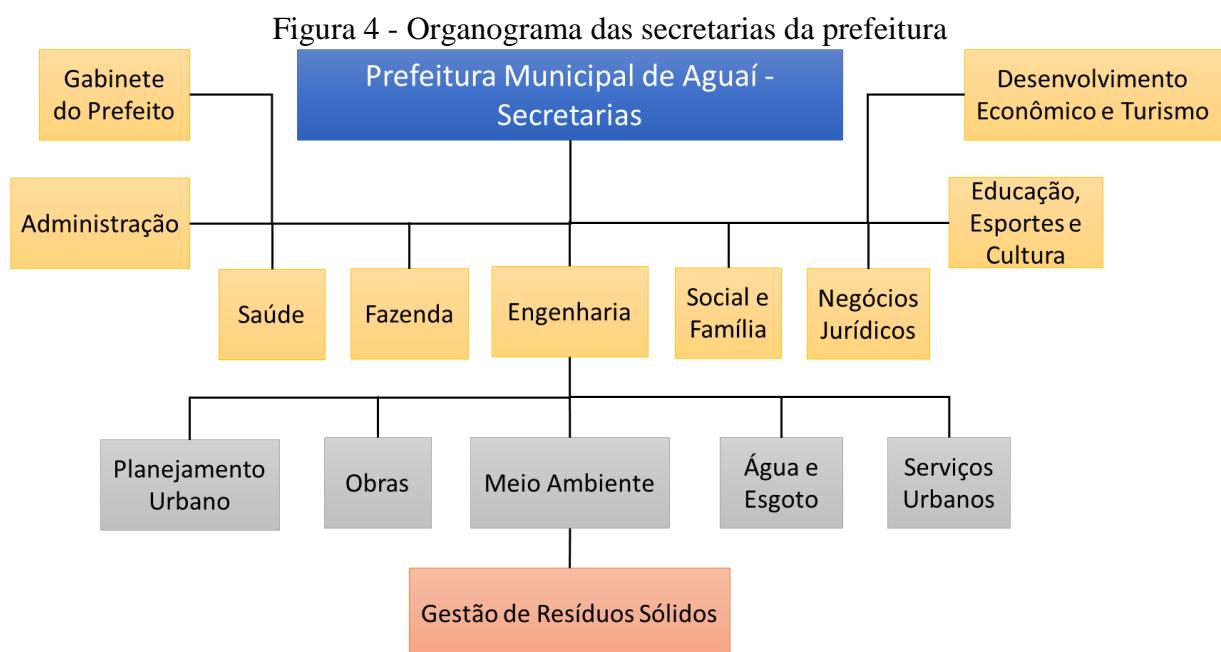
Figura 3 – Distribuição da cidade de Aguaí



Fonte: Google Earth

3.6.2 Organograma e Leis Municipais de gestão de Resíduos Sólidos

A gestão de resíduos sólidos em Aguaí é feita pela subsecretaria de Meio Ambiente que pertence, com outras quatro subsecretarias, a Secretaria de Engenharia que é uma das nove secretarias pertencentes a Prefeitura Municipal de Aguaí. Além disso, o responsável pela subsecretaria de Meio Ambiente é o gestor Gelson Vallim. O organograma dessa divisão de secretarias está representado na Figura 4.



Fonte: PREFEITURA MUNICIPAL DE AGUAÍ (2018).

Com relação as Leis Municipais de gestão de Resíduos Sólidos, tem-se que no dia 26 de maio de 1995 foi promulgada a Lei nº 1.572 que criou o Conselho Ecológico Municipal de Aguaí, instituiu o Fundo Municipal de Meio Ambiente, além de outras providências (AGUAÍ, 1995).

Segundo a Lei nº 1.572 (AGUAÍ, 1995) o Conselho Ecológico Municipal de Aguaí tem alguns objetivos com relação a melhoria da gestão dos resíduos sólidos, são eles:

- Apresentar ao Poder Público Municipal sugestões de melhoria nos serviços de limpeza das vias públicas, assim como na destinação de resíduos domiciliares, industriais, de estabelecimentos comerciais e de serviços de saúde;
- Apresentar ao Poder Público sugestões de coleta seletiva;

- Sugerir ao Poder Público um programa de educação ambiental a ser inserido como disciplina nas escolas municipais.

Em 30 de junho de 2000 foi promulgada a Lei Municipal nº 1.782 que estabeleceu um convênio entre a Prefeitura de Aguaí e a Secretaria de Estado do Meio Ambiente de São Paulo para a implantação do aterro municipal, sendo liberado pelo Estado R\$20.477,00 e pela prefeitura R\$7.193,00 (AGUAÍ, 2000).

A última lei em vigor que estabelece melhoria para a gestão dos resíduos é a Lei nº 2.783, promulgada no dia 24 de janeiro de 2018 e que dispõe sobre o recolhimento e a destinação de RCC e resíduos volumosos em Aguaí e dá outras providências (AGUAÍ, 2018).

Com relação aos RCC, segundo o artigo 3º parágrafo 2º (AGUAÍ, 2018) os resíduos da construção civil não podem ser dispostos em áreas de “bota-fora”, encostas de corpos d’água, lotes vagos e outras áreas públicas ou protegidas por lei. Portanto, a partir de 2018 se tornou lei a proibição de disposição irregular de RCC.

Além disso, a partir desse ano começou a ser feito o cadastro de todas as empresas ou pessoas físicas que transportam os resíduos da construção civil, podendo o município cobrar despesas referentes a utilização das áreas de disposição final dos resíduos (AGUAÍ, 2018).

4 MATERIAL E MÉTODOS

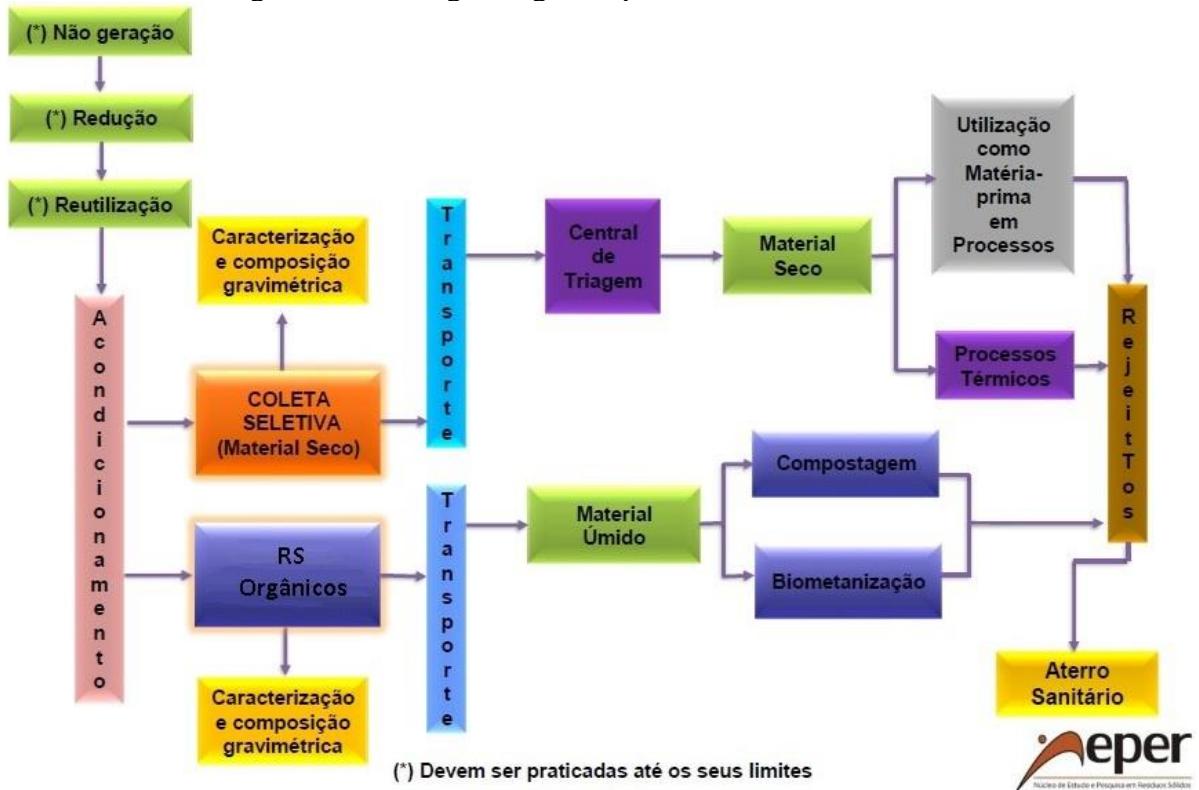
4.1 Diagnóstico da gestão dos resíduos estudados

4.1.1 Estratégias de gestão dos resíduos

Para a realização dessa primeira etapa da pesquisa foi utilizada como base um exemplo de estratégia adequada de gestão integrada para cada tipo de resíduo estudado, conforme as Figuras 5, 6, 7 e 8. Foi considerado esse um modelo adequado de gestão para cada tipo de resíduo estudado, feito respeitando leis e resoluções sobre os mesmos, o qual foi utilizado para comparar ao modelo atual de gestão do município de Aguaí, com a finalidade de guiar o modo como o diagnóstico seria feito e sem considerar essas estratégias como os únicos modos de fazer a gestão desses resíduos.

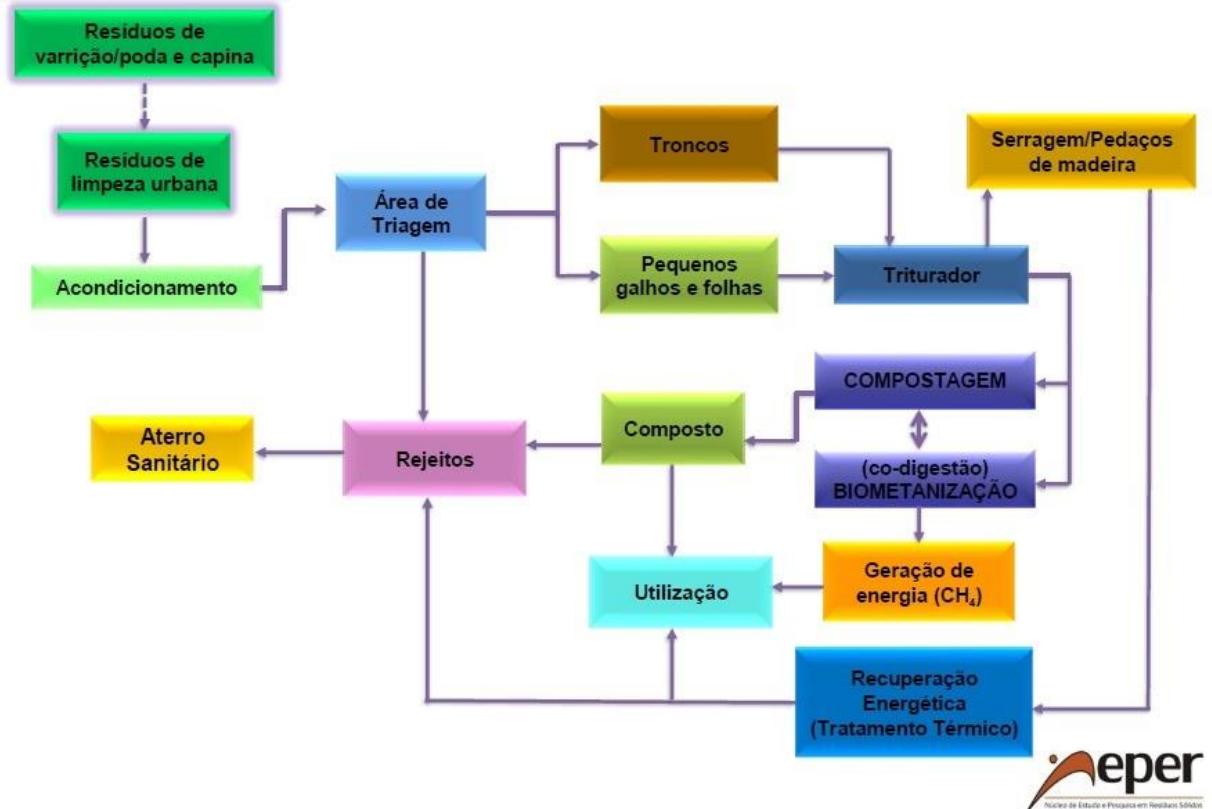
Então, por meio de consultas com o gestor de meio ambiente da prefeitura foram obtidos dados e documentos sobre a gestão dos resíduos. As consultas foram duas reuniões feitas na prefeitura de Aguaí, a primeira no dia 11 de janeiro de 2018 e a segunda no dia 15 de março de 2018, em que na primeira foram apresentados os diagramas ao gestor e solicitado os dados e documentos que o município tivesse sobre a gestão dos resíduos estudados. Já na segunda reunião foram obtidos e analisados os documentos. A análise foi feita sobre quais itens dos diagramas estão sendo praticados ou não nesse modelo de gestão atual para cada tipo de resíduo estudado.

Figura 5 - Estratégia de gestão para resíduos domiciliares



No caso dos resíduos domiciliares a consulta começou abordando se há incentivos, por parte da prefeitura, a não geração, redução e reutilização dos resíduos, seguido dos outros itens, como a maneira em que é feito o acondicionamento, se há coleta seletiva e de resíduos sólidos orgânicos, como e quando é feito o transporte dos RD. Além disso, se há reciclagem do material seco e úmido que podem ser utilizados em outros processos ou até para gerar energia e, por fim, onde são dispostos os rejeitos atualmente e qual a situação do local.

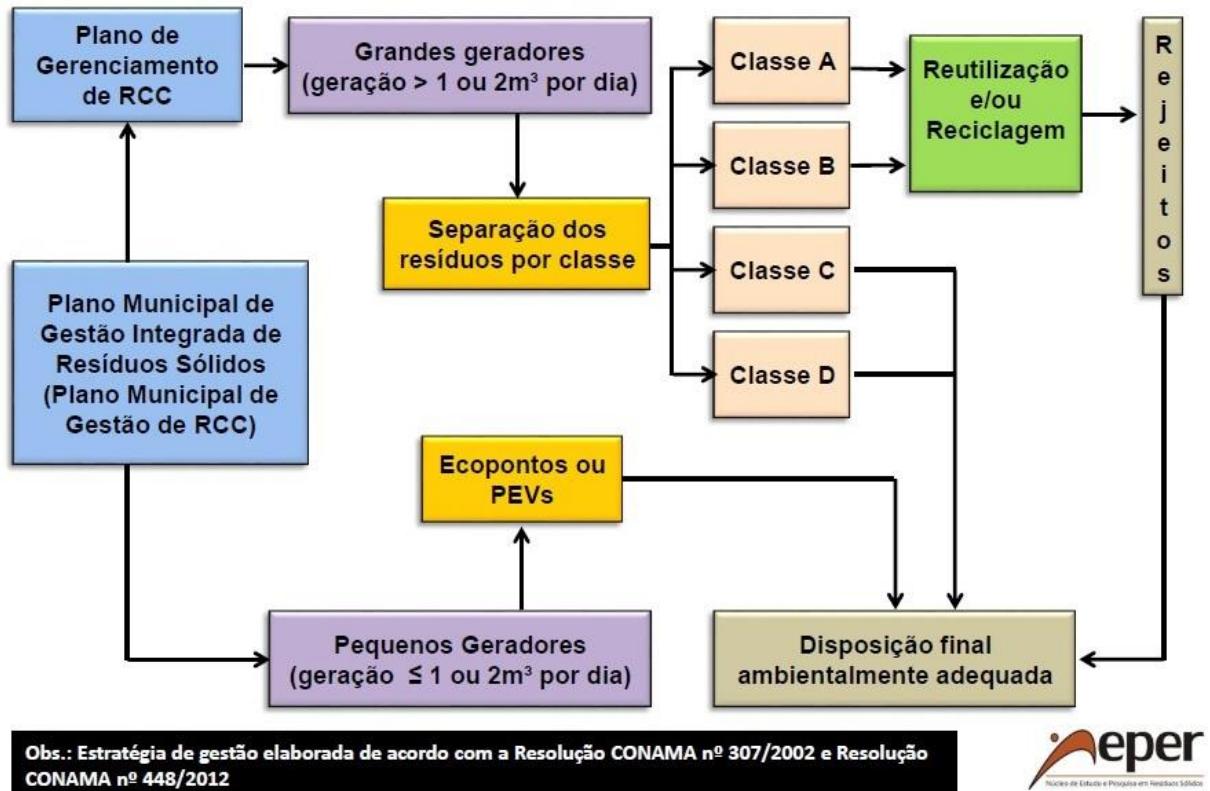
Figura 6 - Estratégia de gestão para resíduos de limpeza urbana



Fonte: SCHALCH (2016)

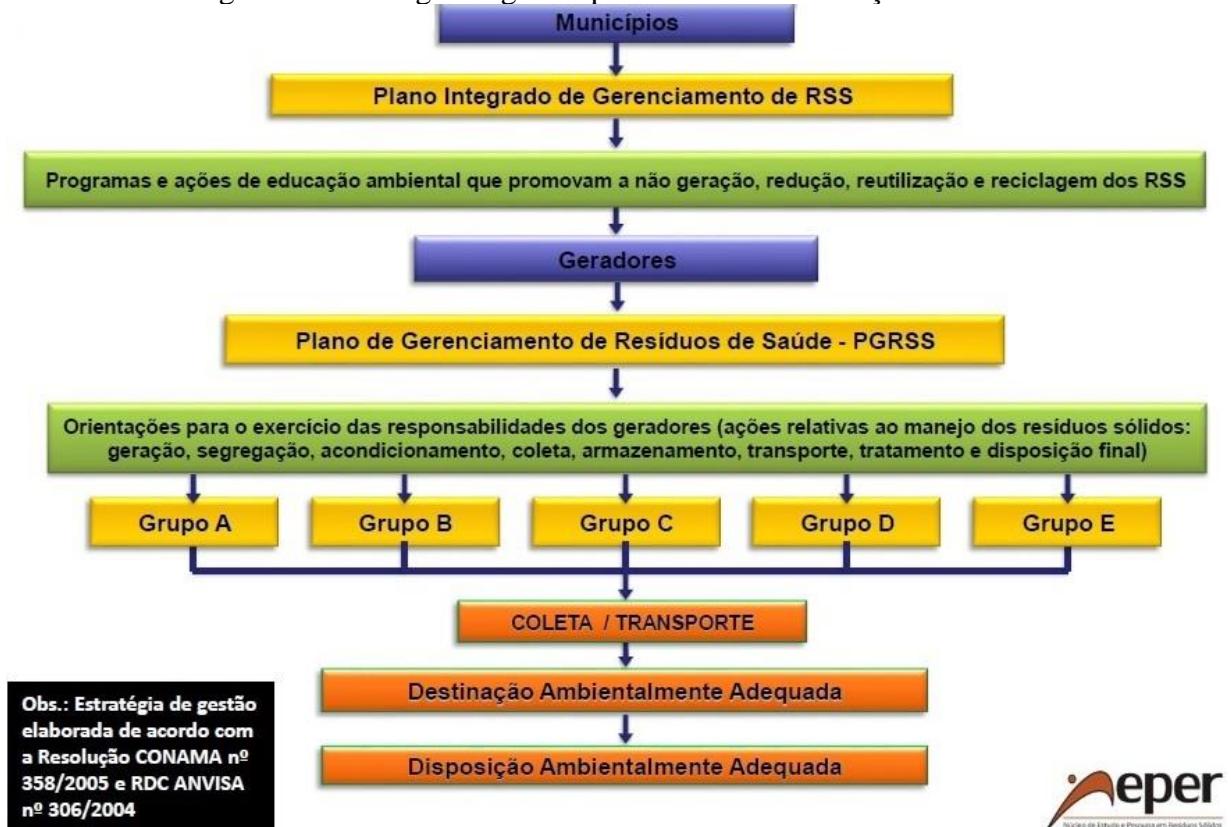
Já para a estratégia dos resíduos de limpeza urbana abordou-se o modo em que é feito o acondicionamento dos resíduos de poda e capina e se há área de triagem para separar troncos de pequenos galhos e folhas. Ainda, se há triturador para esses materiais afim de poder utilizá-los em processos como a compostagem ou para gerar energia também. No fim desses processos, os compostos que não foram utilizados são caracterizados como rejeitos e foi consultado qual a disposição final deles.

Figura 7 - Estratégia de gestão para resíduos da construção civil



O penúltimo resíduo estudado, o da construção civil, tem a estratégia elaborada de acordo com as Resoluções CONAMA nº 308/2002 e nº 448/2012 e, primeiramente, foi observado se tem Plano Municipal de Gestão Integrada de RCC e Plano de Gerenciamento de RCC por parte dos grandes geradores do município. Em seguida, se há Ecopontos, se há a separação desses resíduos por classe e o quanto foi constatado de cada uma, se é feita a reutilização ou reciclagem e qual a disposição final.

Figura 8 - Estratégia de gestão para resíduos de serviços de saúde



Fonte: SCHALCH (2016)

Por último, na estratégia dos resíduos de serviços de saúde foi abordado se há por parte do município o Plano Integrado de Gerenciamento de RSS e programas que incentivam a não geração e os 3R's para esses resíduos. Já por parte dos geradores também foi abordado se há um plano de gerenciamento que oriente eles sobre as ações de manejo de cada grupo. Para finalizar, observou-se como é feita a coleta e transporte e onde é disposto os RSS.

4.1.2 Questionários sobre a gestão dos resíduos estudados

A segunda parte dessa etapa foi feita com base nos questionários presentes nos anexos A, B, C e D, sendo eles para os resíduos domiciliares, de limpeza urbana, da construção civil e de serviços de saúde, respectivamente, que complementam o diagnóstico. Em cada anexo há um questionário que busca a maior compreensão de questões qualitativas e quantitativas de como está sendo administrada cada etapa das estratégias de gestão.

Esses roteiros de perguntas foram apresentados ao responsável pela área de meio ambiente da prefeitura que ficou encarregado de levantar as informações necessárias e disponíveis para responde-los.

Foi combinado um prazo de, aproximadamente, 7 dias úteis para o gestor de meio ambiente levantar as informações necessárias afim de preencher os questionários sobre a gestão integrada de cada resíduo estudado.

Por fim, com as informações em mãos, foi feita uma reunião, no dia 08 de maio de 2018, em que foi possível preencher os questionários conforme os dados que a prefeitura tinha registrado.

4.2 Proposição de medidas para adequação da gestão dos resíduos estudados à PNRS

Na última etapa foram propostas melhorias para o sistema de gestão dos resíduos estudados a partir das estratégias de gestão utilizadas na etapa anterior e das informações obtidas com a aplicação dos questionários.

Com esses dados obtidos na etapa 4.1 foi possível entender em detalhes como é a gestão dos resíduos por parte da prefeitura. Assim, pode-se observar quais itens das estratégias adequadas (Figuras 5, 6, 7 e 8) são praticados satisfatoriamente ou não. Para os que não são satisfatórios foram propostas medidas para adequá-los ao que está na Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Portanto, nessa última etapa foi feita a junção das estratégias com os questionários afim de poder desenvolver a gestão dos resíduos domiciliares, de limpeza urbana, da construção civil e de serviços de saúde em Aguaí. Foram considerados três prazos de atuação: o curto prazo até 5 anos, o médio prazo até 10 anos e o longo prazo até 20 anos.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Diagnóstico da gestão dos resíduos estudados

5.1.1 Resíduos domiciliares

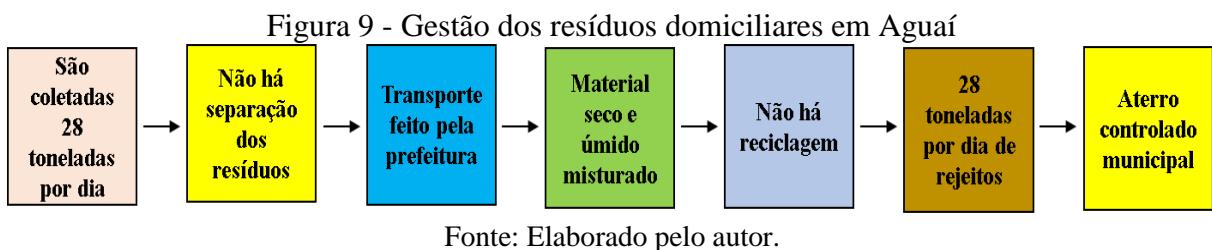
Conforme o Anexo A, respondido pelo gestor de meio ambiente Gelson Vallim, o município de Aguaí não possui o plano de gestão integrada de resíduos domiciliares, mas está em elaboração.

Por meio do número de viagens que o caminhão da prefeitura faz na coleta dos resíduos domiciliares, o gestor de meio ambiente estima que é coletada, aproximadamente, 28 toneladas por dia. Essa coleta é dividida em 4 setores, sendo que é realizada 3 vezes por semana em cada, abrangendo toda a área urbana, porém não é feita na zona rural do município. Ainda, não se sabe quais os custos da coleta regular que é feita por 12 funcionários utilizando 3 caminhões compactadores.

Como não foi realizado a caracterização e composição gravimétrica e não há coleta seletiva na cidade, os resíduos sólidos orgânicos não são aproveitados nem se sabe a quantidade coletada. Também não há programas de incentivo a população a redução da quantidade destinada ao aterro.

A disposição final dos RD é inadequada, pois o local onde são dispostos não possui impermeabilização de base, e não há área de transbordo, já que não é necessária pela distância entre o aterro e a zona urbana. Por fim, na prefeitura não há registro de qual o custo de operação e manutenção do aterro controlado, também essas etapas são simples nesse caso, já que não há coleta de gases, líquidos percolados e, como citado acima, o fundo das valas não é revestido com material impermeabilizante.

Com as informações obtidas pelo questionário e a estratégia de gestão dos resíduos domiciliares utilizada nesse trabalho, foi elaborado um diagrama (Figura 9) conciliando cada etapa dessa estratégia com o que está sendo executado em Aguaí, ou seja, o que foi respondido no questionário.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Sendo assim, pode-se ver que as 28 toneladas por dia coletadas vão direto ao aterro controlado sem ser realizada qualquer separação de resíduos que possam ser reciclados, tanto os secos como os orgânicos. Esse fato prejudica a vida útil do aterro, já que boa parte do volume gerado não deveria ser disposto, além de que a forma de disposição é inadequada e, portanto, não respeita todos os critérios, principalmente, do ponto de vista ambiental.

De acordo com Franceschi (2017) a média da massa diária de resíduos domiciliares coletada per capita em 19 de 20 municípios estudados da Bacia Hidrográfica Tietê-Jacaré é de 0,66 kg/hab.dia. Já, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2017) a população estimada para o município de Aguaí em 2017 era de 35.508 pessoas. Realizando a multiplicação do dado do IBGE com o do Franceschi, tem-se que, aproximadamente, 23,5 toneladas por dia seriam coletadas na cidade, o que difere da estimativa do Gelson em torno de 16%.

Ainda, no Brasil, 51,4% dos resíduos são de matéria orgânica, além de 2,9% metais, 13,5% plásticos, 13,1% de papel e papelão e 2,4% de vidros, o que corresponde a 31,9% de resíduos recicláveis secos (IPEA, 2012).

Portanto, em uma situação ideal, poderia diminuir em até 83,3% o volume de RD destinado ao aterro de Aguaí que, segundo Gelson Vallim, já está no fim da sua vida útil, sendo dispostos em torno de 3,9 a 4,7 toneladas por dia apenas. Além de poder promover a reciclagem de um grande volume, que são os materiais secos e orgânicos, em relação ao total gerado.

Segue as Figuras 10, 11, 12 e 13 que demonstram a localidade e as características atuais do aterro do município de Aguaí.

Figura 10 - Indicação do local de disposição final dos resíduos estudos



Fonte: Google Earth adaptado pelo autor.

Figura 11 - Imagem aérea do aterro municipal



Fonte: Google Earth.

Figura 12 – Resíduos domiciliares dispostos no aterro municipal



Fonte: Autor.

Figura 13 – Último local de disposição no aterro municipal



Fonte: Autor.

Na Figura 13 pode-se ver o último local de disposição de resíduos no aterro de Aguaí (limite do aterro indicado pelo muro no canto esquerdo superior da figura). Segundo o gestor de meio ambiente, a partir de 2019 os resíduos serão dispostos em um aterro no município de Casa Branca (SP).

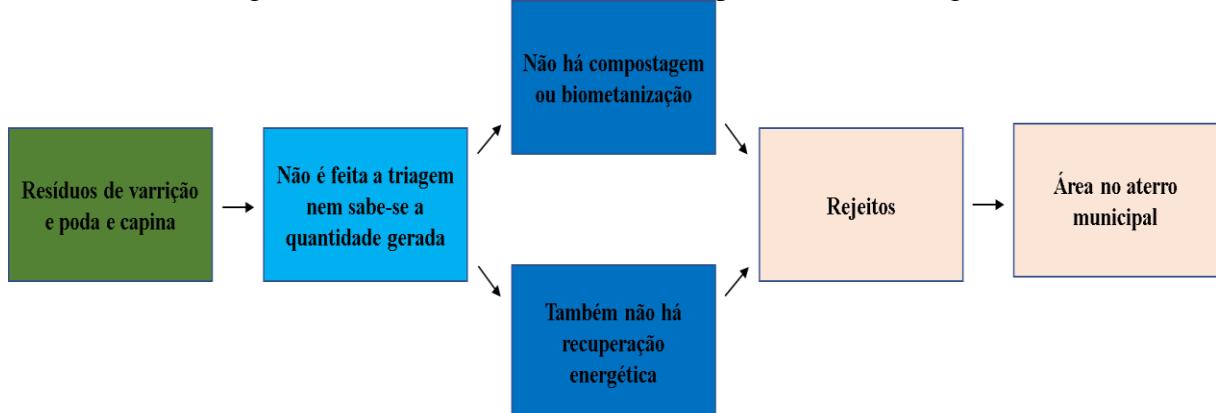
5.1.2 Resíduos de limpeza urbana

A gestão dos resíduos de limpeza urbana em Aguaí é a que se tem menos informações, pois a prefeitura não possui dados quantitativos desses resíduos coletados em escadarias e sanitários públicos, em logradouros públicos devido a materiais depositados pelas águas pluviais, na desobstrução de bueiros e após a realização de feiras. Além disso, o município não possui plano de gestão integrada de RLU, não reaproveita ou recicla alguns desses resíduos e não sabe qual o custo total dos serviços de limpeza urbana.

As únicas informações que se tem são que 8 funcionários estão envolvidos no sistema de limpeza urbana equipados com roçadeiras manual, assopadores, roçadeira acoplada a trator, caminhão caçamba e máquinas retroescavadeira. Com isso, a coleta feita por esses funcionários é transportada, pela prefeitura, para uma área no aterro municipal.

Desse modo, com os poucos dados obtidos, respondidos no questionário no Anexo B, aliados a estratégia considerada adequada para este tipo de resíduo foi elaborado o diagrama (Figura 14) que representa a gestão atual dos resíduos de limpeza urbana em Aguaí.

Figura 14 - Gestão dos resíduos de limpeza urbana em Aguaí



Fonte: Elaborado pelo autor.

A gestão dos RLU é a mais crítica no município já que não se sabe nenhum dado quantitativo referente a geração, qual o custo total ou pelo menos de alguma etapa realizada e que a disposição final é feita em cima das valas tamponadas após serem depositados os resíduos domiciliares no aterro municipal, como demonstra a Figura 15.

Figura 15 - Resíduos de limpeza urbana dispostos sobre os resíduos domiciliares



Fonte: Autor.

Por fim, com os dados obtidos pode-se comparar a situação de Aguaí com um indicador muito utilizado no caso dos serviços de limpeza urbana que é a quantidade de funcionários envolvidos na atividade para cada 1.000 habitantes. De acordo com FRANCESCHI (2017), em 12 dos 20 municípios estudados da Bacia Hidrográfica Tietê-Jacaré a média é de 0,575 empregados por 1.000 habitantes, ou seja, considerando que Aguaí tinha 35.508 habitantes em 2017 (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2017), pode ser que, se o município tivesse cerca de 20 funcionários atuando nessa área, que é o resultado do cálculo considerando a média citada acima, outras etapas estariam sendo executadas e mais informações teria a respeito da gestão dos RLU.

5.1.3 Resíduos da construção civil

No caso dos RCC também não há plano de gestão integrada. Ainda, a coleta é feita por duas empresas particulares licenciadas e seis carroceiros que não possuem ao menos alguma estimativa do quanto é coletado no total. O município não possui caracterização física dos

resíduos da construção civil e nem há registro de quantos depósitos clandestinos tem na cidade, qual a quantidade removida desses lugares e o custo dessa remoção. Além disso, não há fiscalização para impedir os descartes clandestinos.

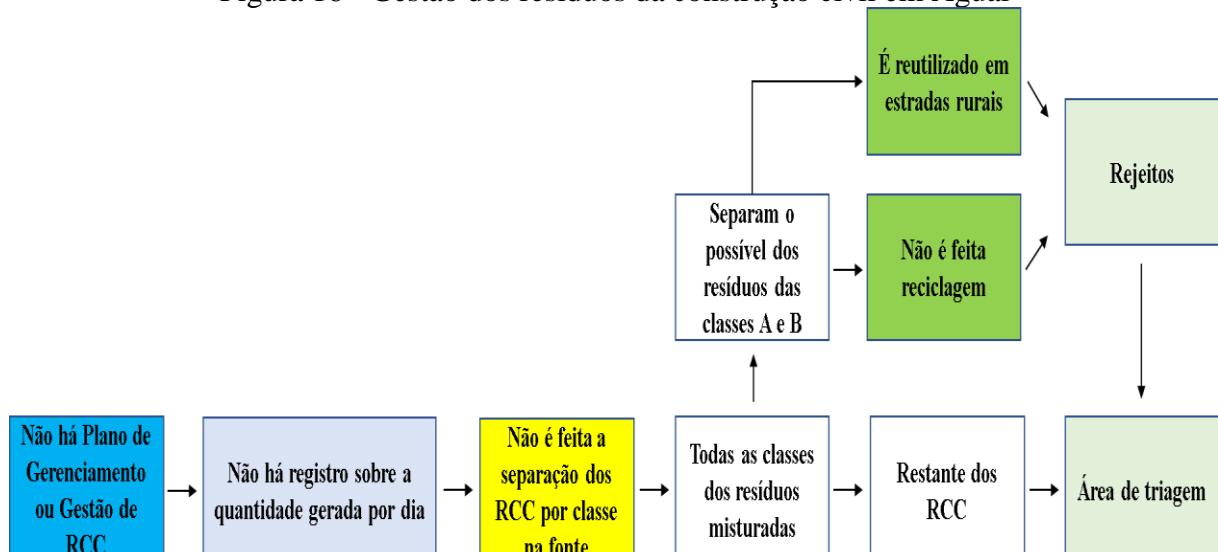
O local de disposição final fica dentro do perímetro urbano e nada mais é que uma área ao lado do aterro municipal, chamada pela prefeitura de Área de Triagem, onde separam o que é possível dos RCC das classes A e B para reutilizar em estradas rurais e o restante fica disposto nesse local.

No que diz respeito a Ecopontos não há nenhum em Aguaí e a resposta no questionário no Anexo C foi que a prefeitura não pretende implantar o que seria o primeiro Ecoponto da cidade.

Por fim, segundo o gestor de meio ambiente de Aguaí, há uma área de triagem no município, comentada acima que é a mesma área de disposição final, onde quatro catadores tem a função de fazer a triagem dos RCC e não existe uma área ou usina de reciclagem para esses resíduos no município.

Da posse dessas informações do Anexo C unindo com a estratégia adequada para a gestão dos resíduos da construção civil, pode ser feito o diagrama da gestão atual desses resíduos em Aguaí representado na Figura 16.

Figura 16 - Gestão dos resíduos da construção civil em Aguaí



Fonte: Elaborado pelo autor.

Nesse caso, pode-se estimar alguns dados relevantes para a gestão de RCC a partir de indicadores. Primeiramente, a média da massa diária de resíduos da construção civil em 15 cidades de 20 estudadas na UGRHI-13 é de 1,341 kg/hab.dia (FRANCESCHI, 2017).

Considerando a população de Aguaí em 2017 de 35.508 habitantes (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2017) pode ser que a cidade faça a coleta de, aproximadamente, 47,6 toneladas por dia. Ainda, pode-se considerar que a densidade dos RCC é igual a 1,2 toneladas para cada metro cúbico (PINTO, 2005⁷ *apud* FRANCESCHI, 2017). Portanto, realizados os cálculos, talvez o município de Aguaí faça a coleta de, cerca de, 39,7 m³/dia.

Outro indicador que pode ser analisado nesse caso é o número de locais de disposição irregular em relação ao número de habitantes. De acordo com Franceschi (2017), considerando locais de disposição irregular que possuem mais de 1 m³, há uma média de 0,186 locais para cada 1.000 habitantes. Aplicando esse dado, pode ser que na cidade tenha, aproximadamente, 6 ou 7 locais onde não deveriam estar dispostos os resíduos da construção civil.

Enfim, pode-se estimar alguns dados importantes para a gestão de RCC, mas sabendo que há muito o que ser feito também já que não há plano de gestão integrada de resíduos da construção civil, não é feita a separação dos resíduos na fonte e não tem nenhum tipo de registro de informações importantes para a gestão.

Segue as Figuras 17 e 18 que demonstram o local de disposição dos resíduos da construção civil que fica em uma área ao lado da disposição final dos resíduos domiciliares.

⁷ PINTO, T. P. **Resíduos da Construção Civil:** soluções sustentáveis para um grave problema urbano: novas normas, legislação e soluções. São Paulo: Informações e Técnicas, 2005.

Figura 17 – Identificação da disposição final de RCC



Fonte: Google Earth adaptado pelo autor.

Figura 18 – RCC no local de disposição final



Fonte: Autor.

5.1.4 Resíduos de serviços de saúde

O último resíduo estudado também não possui plano de gestão integrada. Ainda, as etapas de coleta, transporte, tratamento e disposição final são feitas por uma empresa terceirizada que coleta, em torno de, 1.000 quilos por mês.

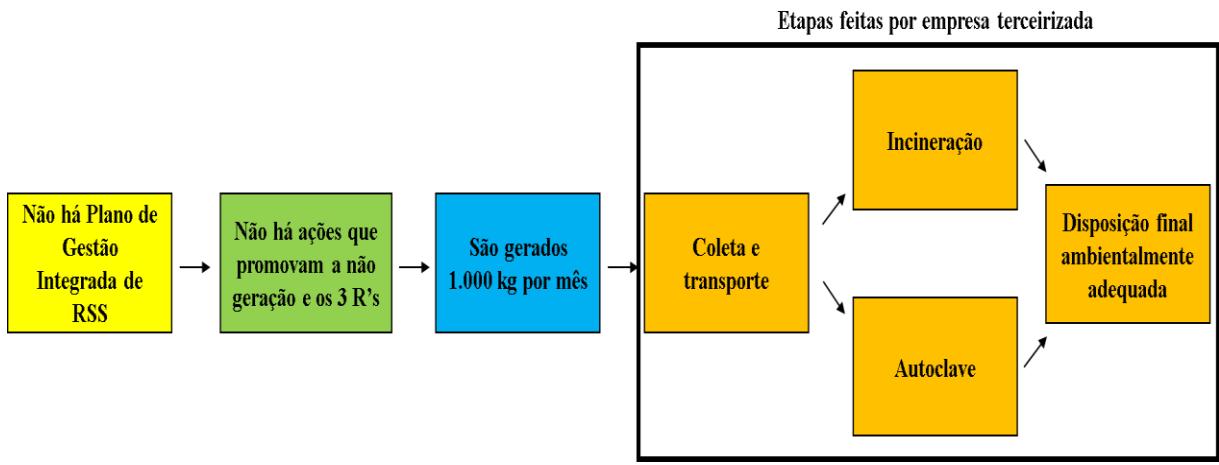
No questionário respondido, que está no Anexo D, Gelson Vallim assinalou que não existe cadastro dos geradores de RSS, mas que a coleta é feita em todos os geradores cadastrados. Segundo o gestor de meio ambiente, realmente não existe uma ficha cadastral de cada gerador, mas que a empresa realiza a coleta em cada ponto da cidade onde gera resíduos de serviços de saúde.

A empresa contratada para fazer os serviços utiliza um caminhão baú para o transporte dos RSS do local de armazenamento até o tratamento. Essa etapa de armazenamento é feita nos próprios locais onde é gerado, sendo que o controle de entrada e saída é feito pelos geradores e pela empresa contratada. Já a etapa de tratamento é feita por incineração e autoclave.

Por fim, a prefeitura está desenvolvendo um programa, que até então não tinha, para incentivar os geradores de RSS a produzirem menos e segregarem adequadamente os resíduos.

Com as informações do Anexo D foi obtido o diagrama (Figura 19) da gestão atual dos RSS em Aguaí conforme a estratégia considerada adequada para a gestão desses resíduos, sendo que se pode observar que as principais etapas são feitas pela empresa terceirizada.

Figura 19 - Gestão dos resíduos de serviços de saúde em Aguaí



Fonte: Elaborado pelo autor.

De acordo com a Figura 19 a única etapa da gestão que é possível analisar é a de geração por ser informada pela prefeitura. Sabendo que o indicador da média de geração de 15 das 20 cidades estudadas da Bacia Hidrográfica Tietê-Jacaré é de 1,192 g/hab.dia (FRANCESCHI, 2017) e que a população estimada para Aguaí em 2017 era de 35.508 habitantes (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2017), resulta, que a cidade pode gerar, por volta de, 42 quilos por dia ou 1.260 quilos por mês.

Portanto, pode-se ver que o valor encontrado pelo indicador é próximo ao informado pelo gestor de meio ambiente de Aguaí, no Anexo D.

5.2 Proposição de medidas para adequação da gestão dos resíduos estudados à PNRS

As ações para a melhoria da gestão dos resíduos estudados serão divididas em: ações que ajudarão no desenvolvimento da gestão de todos os resíduos e ações específicas para cada tipo de resíduo. Elas terão como finalidade atingir um objetivo e metas determinadas conforme cada prazo estabelecido e cada período de execução. Então, essa etapa terá o seguinte padrão representado em tabelas:

- Objetivo;
- Metas, conforme os prazos estabelecidos:
 - Curto prazo: até 5 anos;
 - Médio prazo: até 10 anos;
 - Longo prazo: até 20 anos.
- Ações para a melhoria da gestão dos resíduos;
- Prazo para executar a ação.
- Período de execução:
 - Ação contínua;
 - Ação pontual.

Os objetivos a serem atingidos, bem como as metas escalonadas, ações propostas e cada prazo e período de execução foram feitos com base nos Planos Municipais de Gestão Integrada de Porto Ferreira (SP) e Rio Brilhante (MS).

5.2.1 Educação ambiental

Nessa etapa é necessário acrescentar um tópico sobre a educação ambiental, já que de nada adianta a gestão por parte da prefeitura funcionar se os habitantes não cooperar. Sendo assim, é preciso conscientizar a população sobre os danos causados ao ambiente pelas ações por ela executadas, como queimada de resíduos de poda e capina, não separação dos resíduos recicláveis dos orgânicos produzidos em suas casas, o descarte irregular dos RCC em terrenos e também dos RSS junto com os resíduos domiciliares.

Além disso, deve-se ensinar as pessoas as maneiras corretas de lidar com os resíduos produzidos e fornecer a elas saídas, como coleta seletiva, Ecopontos, logística reversa, entre outros, para que possam mudar os hábitos atuais no manejo dos resíduos.

Tabela 6 - Ações para promover a educação ambiental

Objetivo	Meta	Ações	Prazo	Período de execução
Mudar os hábitos dos habitantes no manejo dos resíduos	Atingir 100% dos habitantes no curto prazo.	A – Promover atividades de educação ambiental visando a não geração e a política dos 3R's e a separação na fonte dos materiais recicláveis e reutilizáveis	Curto	Contínua
		B – Estabelecer uma relação entre a secretaria do meio ambiente e a de educação para promover o tema de resíduos sólidos nas escolas		
		C – Envolver setores representativos da comunidade para potencializar a educação ambiental		

Fonte: Elaborado pelo autor.

5.2.2 Resíduos domiciliares

No caso dos RD a prefeitura deve promover a separação dos resíduos na fonte e dar continuidade no processo efetuando a coleta seletiva para a reutilização ou reciclagem dos resíduos e a coleta dos resíduos sólidos orgânicos afim de promover a compostagem.

Para tal deve-se primeiramente fazer a caracterização e composição gravimétrica desses resíduos para poder mensurar a quantidade de cada coleta, o tamanho da cooperativa e das composteiras. Enfim, é necessário saber a composição gravimétrica para poder planejar as outras ações.

Tabela 7 - Ações para promover a coleta seletiva

Objetivo	Metas	Ações	Prazo	Período de execução
Promover a coleta seletiva em 100% do município	<ul style="list-style-type: none"> – 10% de coleta seletiva no curto prazo; – 40% de coleta seletiva no médio prazo; – 100% de coleta seletiva no longo prazo. 	A – Realizar a caracterização e composição gravimétrica	Curto	Pontual
		B – Cadastrar os catadores de recicláveis	Curto	Pontual
		C – Incentivar a formação de cooperativa e/ou associação de catadores	Curto	Contínua
		D – Elaborar um Plano de Coleta Seletiva	Curto	Pontual
		E – Identificar e construir pontos de entrega voluntária	Médio	Pontual
		F – Promover treinamento para os catadores	Longo	Contínua

Fonte: Elaborado pelo autor.

5.2.3 Resíduos de limpeza urbana

Primeiramente, na gestão dos resíduos de limpeza urbana, deve ser feito um trabalho de acompanhamento nos serviços prestados a fim de saber a quantidade gerada por mês desses resíduos. A partir disso, pode-se pensar em definir área para triagem, construir um sistema com triturador e enviar o resíduo as composteiras da cidade.

As ações propostas para adequar a gestão desses resíduos estão alinhadas ao mesmo objetivo da parte dos RD de realizar compostagem, que é de reduzir a quantidade de resíduos sólidos orgânicos enviados à disposição final. Portanto, tanto as ações estabelecidas para a gestão dos RD quanto as dos resíduos de limpeza urbana estão em uma única tabela.

Tabela 8 - Ações para promover a redução da quantidade de resíduos enviados à disposição final

Objetivo	Metas	Ações	Prazo	Período de execução
Reducir a quantidade de resíduos orgânicos enviados à disposição final	<ul style="list-style-type: none"> – Reduzir em 15% no médio prazo; – Reduzir em 35% no longo prazo. 	A – Fomentar o aproveitamento da matéria orgânica por meio de composteiras caseiras	Médio	Contínua
		B – Incentivar o aproveitamento dos resíduos sólidos orgânicos em hortas municipais, ou outra atividade, por meio de composteiras em bairros	Médio	Contínua
		C – Fornecer treinamentos para a população da zona rural adotar a compostagem	Longo	Contínua
		D – Medir a quantidade gerada por mês de RLU	Curto	Pontual
		E – Analisar possíveis áreas de triagem	Curto	Pontual
		F – Construir a área de triagem com triturador	Médio	Pontual
		G – Conciliar os RLU e os RD na compostagem	Médio	Pontual
		H – Fiscalizar e minimizar as queimadas de resíduos de poda e capina	Longo	Contínua

Fonte: Elaborado pelo autor.

5.2.4 Resíduos da construção civil

Na gestão dos RCC deve ser feito o Plano Municipal de Gestão dos Resíduos da Construção Civil e para os grandes geradores o Plano de Gerenciamento de RCC. Além disso, deve-se estabelecer um cadastro dos caçambeiros, a quantidade gerada por mês e um esquema com Ecopontos ou PEV's, que podem ser os mesmos que receberão os RD.

Ainda, é preciso mapear os pontos de disposição irregular dos RCC afim de eliminá-los e realizar estudos visando a viabilidade econômica e ambiental de reciclar e reaproveitar os RCC de classes A e B.

Tabela 9 - Ações para reduzir os pontos de descarte irregular de RCC

Objetivo	Metas	Ações	Prazo	Período de execução
Reducir os pontos de disposição final irregulares	<ul style="list-style-type: none"> – Reduzir em 25% no curto prazo; – Reduzir em 50% no médio prazo; – Reduzir em 100% no longo prazo. 	A – Elaborar o Plano Municipal de Gestão de RCC e o Plano de Gerenciamento de RCC	Curto	Pontual
		B – Cadastrar os caçambeiros do município	Curto	Pontual
		C – Medir a quantidade gerada por mês de RCC	Curto	Pontual
		D – Identificar e construir Ecopontos ou PEV's	Médio	Pontual
		E – Identificar e fiscalizar os pontos de disposição irregular	Curto	Contínua
		F – Realizar estudo de viabilidade para tratamento e disposição final de RCC no município	Médio	Pontual
		G – Realizar estudo de viabilidade de um consórcio intermunicipal para tratamento e disposição final de RCC	Longo	Pontual

Fonte: Elaborado pelo autor.

5.2.5 Resíduos de serviços de saúde

Por fim, no caso da gestão dos RSS deve ser feito o Plano de Gestão Integrada de Resíduos de Serviços de Saúde e exigir dos estabelecimentos da área de serviços de saúde o Plano de Gerenciamento de Resíduos de Saúde.

Além disso, como há uma empresa responsável por todas as etapas de gestão, cabe a prefeitura fiscalizar todos os processos, sendo que esta ação deve se estender até o final do ano 20. Ainda, deve promover na cidade campanhas para que a população saiba descartar corretamente medicamentos vencidos, que podem ser em farmácias ou em postos de saúde municipais, em um esquema de logística reversa.

Tabela 10 - Ações para fiscalizar e adequar a gestão de RSS

Objetivo	Meta	Ações	Prazo	Período de execução
Fiscalizar a atuação da empresa responsável pela gestão	Confirmar que a empresa está cumprindo o contrato	A – Fazer o Plano de Gestão Integrada de RSS	Curto	Pontual
		B – Exigir dos estabelecimentos o Plano de Gerenciamento de Resíduos de Saúde	Curto	Pontual
		C – Fiscalizar a gestão da empresa contratada	Curto	Contínua
		D – Cadastrar locais para receber medicamentos vencidos	Curto	Pontual
		E – Realizar campanhas para o correto descarte de medicamentos pela população	Curto	Contínua

Fonte: Elaborado pelo autor.

6 CONCLUSÕES

O levantamento da presente pesquisa indica que a gestão dos resíduos domiciliares, de limpeza urbana, da construção civil e de serviços de saúde em Aguaí-SP não está de acordo com o proposto pela Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Pode-se ver no diagnóstico, e pelas ações de melhoria propostas, os motivos para a gestão não estar de acordo com a PNRS, como a disposição inadequada dos resíduos domiciliares e a falta de incentivo ao reaproveitamento e reciclagem. Além disso, apesar de ter a Lei Municipal nº 1.572 desde 1995, que tem como um dos objetivos promover a educação ambiental nas escolas, ainda não se observa na prática.

Aliás, pela falta de registro de dados quantitativos e qualitativos a respeito da gestão dos resíduos, principalmente de limpeza urbana, que quase não se tem informações, assim como os outros estudados, a gestão é prejudicada tornando-a inadequada de acordo com os princípios e objetivos da Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Contudo, a aplicação dos questionários e os dados obtidos pelas consultas com o gestor de meio ambiente de Aguaí, Gelson Vallim, se mostraram como ferramentas essenciais para a realização do diagnóstico da gestão dos resíduos estudados.

A partir desse diagnóstico foi possível estabelecer metas mais precisas para a implementação de melhorias, dentro de prazos determinados e com a finalidade de adequar a gestão dos resíduos estudados à PNRS.

Portanto, foi possível atingir os objetivos estabelecidos para a pesquisa, já que as informações necessárias para a realização do diagnóstico foram levantadas junto a Prefeitura Municipal, foi analisada a atual gestão e foram propostas ações para a melhoria da gestão de cada resíduo estudado e para a melhoria do conjunto, como o caso das ações para promover a educação ambiental, visando respeitar os objetivos definidos pela Política Nacional de Resíduos Sólidos.

REFERÊNCIAS

AGUAÍ. Lei nº 1.572, de 26 de maio de 1995. Cria o Conselho Ecológico Municipal de Aguaí e institui o Fundo Municipal do Meio Ambiente e dá outras providências. **Secretaria da Prefeitura Municipal de Aguaí**, Aguaí, SP, 26 de maio de 1995.

AGUAÍ. Lei nº 1.782, de 30 de junho de 2000. Autoriza o Poder Executivo Municipal a celebrar convênio com o Estado de São Paulo, por meio de sua Secretaria de Estado do Meio Ambiente, conforme autorização concedida no Decreto Estadual nº 45.001 de 27 de junho de 2000. **Secretaria da Prefeitura Municipal de Aguaí**, Aguaí, SP, 30 de junho de 2000.

AGUAÍ. Lei nº 2.783, 24 de janeiro de 2018. Dispõe sobre o recolhimento e a destinação de resíduos da construção civil e resíduos volumosos no município de Aguaí e dá outras providências. **Secretaria da Prefeitura Municipal de Aguaí**, Aguaí, SP, 24 de janeiro de 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**: resíduos sólidos: classificação. 2 ed. Rio de Janeiro, 2004a.

_____. **NBR 15113**: resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes: aterros: diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama de resíduos sólidos no Brasil**: 2016. São Paulo: Abrelpe, 2017.

BRASIL. 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. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 23 de dezembro de 2010a. Seção 1, p. 1-6. Disponível em:
<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=23/12/2010&jornal=1000&pagina=1&totalArquivos=8>. Acesso em: 25 maio 2018.

_____. Lei nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico, cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico, altera a Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979, a Lei nº 8.036, de 11 de maio de 1990, a Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, e a Lei nº 8.987, de 13 de fevereiro de 1995, e revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 8 de janeiro de 2007. Seção 1, p. 3-7. Disponível em:

<<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=08/01/2007&jornal=1&pagina=3&totalArquivos=64>>. Acesso em: 25 maio 2018.

_____. 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. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 3 ago. 2010b. Seção 1, p. 3-7. Disponível em:
<<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=03/08/2010&jornal=1&pagina=1&totalArquivos=84>>. Acesso em: 8 jun. 2018.

_____. Resolução CONAMA nº 307, de 05 de julho de 2002 (alterada pelas Resoluções nsº 348/2004, 431/2011, 448/2012 e 469/2015). Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 17 jul. 2002. Seção 1, p. 95-96. Disponível em:
<<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>>. Acesso em: 1 abr. 2018.

_____. Resolução CONAMA nº 358, de 29 de abril de 2005. Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 4 maio 2005. Seção 1, p. 63-65. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=462>>. Acesso em: 8 abr. 2018.

_____. Resolução CONAMA nº 448, de 18 de janeiro de 2012. Altera os arts. 2º, 4º, 5º, 6º, 8º, 9º, 10 e 11 da Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 19 jan. 2002. Seção 1, p. 76. Disponível em:
<<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=672>>. Acesso em: 8 abr. 2018.

_____. Resolução da Diretoria Colegiada – 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] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 10 dez. 2004. Seção 1, p. 49-56. Disponível em:
<http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/res0306_07_12_2004.pdf/95eac678-d441-4033-a5ab-f0276d56aaa6>. Acesso em: 28 out. 2018.

CÂMARA MUNICIPAL DE AGUAÍ. **Aspectos Gerais do Município de Aguaí – SP**. 2018. Disponível em: <<http://www.cmaguai.sp.gov.br/Cidade/AspectosGerais.htm>>. Acesso em 15 de abril de 2018.

COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM. Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado. São Paulo: [s.n.], 2010.

COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM. **Cempre:** review 2013. São Paulo: CEMPRE, 2013.

CÓRDOBA, R. E. Estudo do sistema de gerenciamento integrado de resíduos de construção e demolição do município de São Carlos – SP. 2010. 406 f. Dissertação (Mestrado em Hidráulica e Saneamento) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos. 2010.

D'ALOIA, L. G. P. Avaliação multicritério de cenários em gerenciamento de resíduos sólidos urbanos. 2011. 170 f. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011.

FARIA, C. R. S. M. A política nacional de resíduos sólidos. Brasília: Senado Federal, 2012. (Boletim Legislativo, n. 15).

FERREIRA, E. R. Gestão e gerenciamento de resíduos de serviços de saúde pela administração pública municipal na UGRHI do Pontal do Paranapanema – SP. 2012. 358 f. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012.

FRANCESCHI, F. R. A. A proposição de Indicadores de desempenho para plano municipais de gestão integrada de resíduos sólidos e a aplicação na Bacia Hidrográfica Tietê-Jacaré (UGRHI-13). 2017. 180 f. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2017.

FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS. Perfil Municipal. Disponível em: <<http://www.perfil.seade.gov.br>>. Acesso em 08 de novembro de 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Demográfico: séries históricas: população, 1950 – 2010. Rio de Janeiro: IBGE, 2010a. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/sociais/populacao/9662-censo-demografico-2010.html?=&t=series-historicas>>. Acesso em: 17 mar. 2018.

_____. **Panorama.** Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/aguai/panorama>>. Acesso em: 4 jul. 2018.

_____. **Pesquisa nacional de saneamento básico 2008.** Rio de Janeiro: IBGE, 2010b.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. Diagnóstico dos resíduos sólidos urbanos: relatório de pesquisa. Brasília: IPEA, 2012.

JOHN, V. M.; AGOPYAN, V. Reciclagem de resíduos da construção. In: SEMINÁRIO NACIONAL SOBRE RECICLAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES, 2001, São Paulo. *Anais...* São Paulo: Secretaria de Estado de Meio Ambiente/CETESB, 2001. p. 1-12. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/V_Agopyan/publication/228600228_Reciclagem_de_residuos_da_construcao/links/0046352af919c1984c000000.pdf>. Acesso em: 1 abr. 2018.

LEITE, P. R. **Logística reversa:** meio ambiente e competitividade. São Paulo: Prentice Hall, 2003.

MAEDA, E. E. **Diagnóstico da gestão de resíduos sólidos nos municípios do Estado de São Paulo, a partir dos planos municipais de gestão integrada.** 2013. 160 f. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2013.

MARQUES NETO, J. C. **Diagnóstico para estudo de gestão dos resíduos de construção e demolição do município de São Carlos-SP.** 2003. 181 f. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003.

MARQUES NETO, J. C. **Estudo da gestão municipal dos resíduos de construção e demolição na bacia hidrográfica do Turvo Grande (UGRHI-15).** 2009. 669 f. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009.

MASSUKADO, L. M. **Sistema de apoio a decisão: avaliação de cenários de gestão integrada de resíduos sólidos urbanos domiciliares.** 2004. 272 f. Dissertação (Mestrado) - Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004.

MEIRA, A. M. **Gestão de resíduos de arborização urbana.** 2010. 178 f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

MONTEIRO, J. H. P. *et al.* **Manual de gerenciamento integrado de resíduos sólidos.** Rio de Janeiro: IBAM, 2001.

MONTEIRO, J. H. P.; MANSUR, G. L. **Cartilha de limpeza urbana.** Rio de Janeiro: CPU/IBAM; Brasília: SNS/MAS, 1991. Disponível em: <<http://www.resol.com.br/cartilha/>>. Acesso em: 30 mar. 2018.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. No Brasil, 80 mil toneladas de resíduos sólidos são descartadas de forma inadequada por dia, afirma ONU. 2016. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/no-brasil-80-mil-toneladas-de-residuos-solidos-sao-descartados-de-forma-inadequada-afirma-onu/>>. Acesso em: 17 mar. 2018.

PINTO, T. P. Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana. 1999. 189 f. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

PORTAL DA TRANSPARÊNCIA MUNICIPAL. Receita total anual per capita. Disponível em: <<https://transparencia.tce.sp.gov.br/receita-total-anual-per-capita-por-municipio/aguai>>. Acesso em 08 de novembro de 2018.

PORTO FERREIRA (Município). Prefeitura Municipal de Porto Ferreira. **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Porto Ferreira.** Porto Ferreira, 2018.

PREFEITURA MUNICIPAL DE AGUAÍ. Secretarias. Disponível em: <<https://aguai.sp.gov.br/home/secretaria-de-planejamento-servicos-urbanos-e-meio-ambiente/>>. Acesso em 08 de novembro de 2018.

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. 2010. 174 f. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

RIO BRILHANTE (Município). Prefeitura Municipal de Rio Brilhante. **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Rio Brilhante.** Rio Brilhante, 2013.

SÃO PAULO (Estado). Decreto nº 54.645, de 05 de agosto de 2009. Regulamenta dispositivos da Lei nº 12.300 de 16 de março de 2006, que institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos, e altera o inciso I do artigo 74 do Regulamento da Lei nº 997, de 31 de maio de 1976, aprovado pelo Decreto nº 8.468, de 8 de setembro de 1976. **Diário Oficial [do] Estado de São Paulo**, São Paulo, SP, 6 ago. 2009. Seção 1, p. 4-5.

SÃO PAULO (Estado). Lei nº 12.300, de 16 de março de 2006. Institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos e define princípios e diretrizes. **Diário Oficial [do] Estado de São Paulo**, São Paulo, SP, 17 mar. 2006. Seção 1, p. 1-4.

SCHALCH, V. Divisão dos resíduos sólidos quanto à origem e a periculosidade de acordo com a PNRS. São Carlos: USP/EESC/SHS, 2016. (Notas de aula).

SECRETARIA DE ESTADO DE SANEAMENTO E RECURSOS HÍDRICOS DE SÃO PAULO. **Produto 6 (P6) – Proposta de Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico – Município: Aguaí.** São Paulo, 2014.

TIERNO, R. **Diagnóstico e sistematização de estratégias para a gestão dos resíduos domiciliares aplicáveis a políticas de planejamento urbano.** 2017. 180 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

ANEXO A - Roteiro de entrevista para gestor do município responsável pela gestão e gerenciamento integrado dos resíduos domiciliares

1) O município possui plano de gestão e gerenciamento integrado de RD?

SIM NÃO Especifique: Está em elaboração

2) Qual a quantidade de RD coletada?

Aproximadamente 28 Toneladas / dia

3) O município possui caracterização física dos RD? Caso positivo, qual a porcentagem de cada constituinte?

Não

4) Qual a porcentagem de área urbana do município que possui coleta regular?

100%

5) Qual a porcentagem atendida pela coleta regular na zona rural?

0

6) A coleta regular é realizada pelo município, autarquia pública ou empresa particular?

SIM NÃO Especifique: Município

7) Qual o número de setores da coleta regular? Qual a freqüência dessa coleta em cada setor?

Duas (2), 3 vezes por semana em cada setor.

8) Quais os custos da coleta regular no município?

—

9) Quantos funcionários e veículos estão envolvidos na coleta regular?

- 12 Funcionários
3 Caminhões compactadores.

10) Existe programa de aproveitamento da matéria orgânica? Qual a forma de coleta dessa matéria orgânica? Qual a quantidade coletada?

Não

11) O município possui compostagem dessa matéria orgânica coletada? Qual a quantidade de composto produzida?

Não

12) O município possui incentivos para redução da quantidade de resíduos destinados ao aterro sanitário?

SIM NÃO Especifique: _____

13) No município existe estação de transbordo de resíduos domiciliares?

SIM NÃO Especifique: _____

14) Onde é feita a disposição final dos RD?

Aterro controlado Municipal.

15) Qual o custo de operação e manutenção dessa disposição final?

- 16) Qual a quantidade de líquidos percolados produzidos na área atual de disposição final do município? Qual o destino desses líquidos percolados?

- 17) Caso o município possua aterro sanitário ou controlado, existe aproveitamento de gás metano?

SIM NÃO Especifique: _____

- 18) Existe no município algum impacto ambiental que envolva os RD?

SIM NÃO Especifique: ATERRO CONTROLADO EM VALAS.

Responsável pelas informações fornecidas:

Local: Eugenharia Data: 08/05/2018

Nome: Gekom Vallim

Assinatura: 

ANEXO B - Roteiro de entrevista para gestor do município responsável pela gestão e gerenciamento integrado dos resíduos de limpeza urbana

- 1) O município possui plano de gestão e gerenciamento dos Resíduos de Limpeza Urbana?

SIM NÃO Especifique: _____

- 2) Qual a quantidade de resíduos de varrição, poda e capina gerados no município, bem como a sua respectiva destinação final (compostagem, recuperação energética, entre outras)?

O Município não possui os Deum 1, faltou de coleta.
A destinação final é feita em uma área no Aterro
Municipal, sem tratamento.

- 3) Qual a quantidade de resíduos coletados de serviços de asseio de túneis, escadarias, monumentos, abrigos e sanitários públicos, bem como a sua respectiva destinação final?

- 4) Qual a quantidade coletada de material oriundo de raspagem e remoção de terra, areia e materiais depositados pelas águas pluviais em logradouros públicos, bem como a sua respectiva destinação final?

- 5) Qual a quantidade de resíduos coletados de serviços de desobstrução e limpeza de bueiros, bem como a sua respectiva destinação final?

- 6) Qual a quantidade de material removido de logradouros públicos após a realização de feiras e eventos públicos?

7) Alguns resíduos de limpeza urbana são reaproveitados ou recuperados como recicláveis?

Quais?

Não

8) Onde é feita a destinação final de cada resíduo?

9) Quantos funcionários estão envolvidos nesse sistema de limpeza urbana?

8

10) Qual(is) o(s) tipo(s) de equipamentos envolvidos no sistema de limpeza urbana?

Rodas de mãos manual, Assoadores, Rodadeira Acoplada
A trator, caminhão carro capota, máquinas
Retrões escavadeira.

11) Quais os custos de remoção, coleta e destinação desses resíduos? Qual o custo total dos serviços de limpeza urbana?

Responsável pelas informações fornecidas:

Local: Engenharia (Prefeitura Municipal) Data: 08/05/2018

Nome: Gelson Vallim

Assinatura: 

ANEXO C - Roteiro de entrevista para gestor do município responsável pela gestão e gerenciamento integrado de resíduos da construção civil

1) O município possui plano de gestão e gerenciamento integrado de RCC?

SIM NÃO Especifique: _____

2) Existe coleta de RCC no município? Essa coleta é municipal ou particular?

SIM NÃO Especifique: Particular

3) Qual a quantidade de RCC coletado no município?

4) O município possui caracterização física dos RCC? Caso positivo, qual a porcentagem de cada constituinte?

Não

5) Qual é o destino final dos RCC?

ÁREA de frangem

6) Quantos depósitos clandestinos de RCC o município possui?

7) Qual a quantidade de RCC removida das áreas de descarte clandestino?

8) Qual o custo da limpeza das áreas de descarte clandestino de RCC?

9) Existe fiscalização para coibir descartes clandestinos?

SIM NÃO Especifique: _____

10) Onde fica o local de disposição final de RCC?

Dentro do perimetro urbano	<input checked="" type="checkbox"/>
Próximo a residências	<input type="checkbox"/>
Próximo a áreas de proteção ambiental	<input type="checkbox"/>
Outras áreas	<input type="checkbox"/>

Fora do perimetro urbano	<input type="checkbox"/>
Próximo a residências	<input type="checkbox"/>
Próximo a áreas de proteção ambiental	<input type="checkbox"/>
Outras áreas	<input type="checkbox"/>

11) Existe cobrança pela disposição final dos RCC?

Taxa específica	<input type="checkbox"/>
Taxa junto com IPTU	<input type="checkbox"/>
Tarifa por serviços especiais	<input type="checkbox"/>
Outra	<input type="checkbox"/>

Especifique: Não

12) Quantos carroceiros o município possui em seu cadastro?

6 / seis.

13) Existem Ecopontos (bolsões de entulho) no município?

Não

14) Quantos Ecopontos (bolsões de entulho) o município pretende implantar?

15) Quantas empresas licenciadas existem no município para a coleta de RCC?

Dois

16) Existe no município áreas de triagem e transbordo de RCC?

SIM NÃO Caso afirmativo, quantas: 1

17) Existem catadores envolvidos na triagem dos RCC?

SIM NÃO Caso afirmativo, quantos: 4

18) Existe área de reciclagem de RCC (usina de RCC) no município?

SIM NÃO Caso afirmativo, quantas: _____

Responsável pelas informações fornecidas:

Local: Engenharia Data: 08/05/2018

Nome: Gelson Vellim

Assinatura: 

ANEXO D - Roteiro de entrevista para gestor do município responsável pela gestão e gerenciamento integrado dos resíduos de serviços de saúde

1) O município possui plano de gestão e gerenciamento integrado de resíduos de serviços de saúde?

SIM NÃO Especifique: _____

2) Quem é o responsável pela coleta dos resíduos de serviços de saúde (RSS)?

município geradores (hospitais, clínicas) empresa terceirizada

Outros _____

3) Quem é o responsável pelo transporte dos RSS?

município geradores (hospitais, clínicas) empresa terceirizada

Outros _____

4) Quem é o responsável pelo tratamento dos RSS?

município geradores (hospitais, clínicas) empresa terceirizada

Outros _____

5) Quem é o responsável pela disposição final dos RSS?

município geradores (hospitais, clínicas) empresa terceirizada

Outros _____

6) Quais os tipos de resíduos gerados? Qual a estimativa de geração mensal dos resíduos dos grupos A, B, C, D e E? Se não tiver estimativa por grupo de resíduo, há uma estimativa de geração de todos os RSS?

Aproximadamente 1.000 kg/mês.

7) Existe cadastro dos geradores de RSS?

SIM NÃO Especifique: _____

8) Os geradores passam por algum tipo de fiscalização ou controle?

SIM NÃO Especifique: _____

9) Como é realizado o transporte dos RSS do gerador até o local de armazenamento?

Caminhão Baú.

10) A coleta dos RSS ocorre em todos os geradores cadastrados? Caso não, justifique.

Sim.

11) Onde são armazenados os RSS? Há controle da entrada e saída dos resíduos?

Nos próprios geradores. Só pela empresa coletora.

12) Caso os RSS passem por tratamento, especificá-lo segundo os tipos de resíduos:

Incineração: SIM NÃO

Tipo de resíduo: *A, E*

Local do tratamento: _____

Micro-ondas: SIM NÃO

Tipo de resíduo: _____

Local do tratamento: _____

Autoclave: SIM NÃO

Tipo de resíduo: A, E

Local do tratamento: _____

Desinfecção química: SIM NÃO

Tipo de resíduo: _____

Local do tratamento: _____

13) Qual é o tipo de disposição final dos resíduos de RSS (aterro sanitário, vala séptica)?

14) Há algum programa ou atividade de educação ambiental que o município está desenvolvendo ou pretende desenvolver no sentido de incentivar os geradores a produzirem menos RSS, a segregarem adequadamente os resíduos?

Sim. _____

Responsável pelas informações fornecidas:

Local: Eugenharia. Data: 09/05/2018

Nome: Gelson Vassilim

Assinatura: G