

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA

GABRIEL MASSAO FUGII

**DETERMINAÇÃO DE VARIÁVEIS RELEVANTES PARA
PROPOSIÇÃO E AVALIAÇÃO DE POLÍTICAS PÚBLICAS DE
GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS: um estudo aplicado ao
município de Curitiba**

DISSERTAÇÃO

CURITIBA
2014

GABRIEL MASSAO FUGII

**DETERMINAÇÃO DE VARIÁVEIS RELEVANTES PARA
PROPOSIÇÃO E AVALIAÇÃO DE POLÍTICAS PÚBLICAS DE
GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS: um estudo aplicado ao
município de Curitiba**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Tecnologia, do programa de Pós-graduação em Tecnologia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. Área de concentração: Tecnologia e Desenvolvimento.

Orientador: Prof. Dr. Christian Luiz da Silva

CURITIBA
2014

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao professor Doutor Christian Luiz da Silva pela oportunidade de realizar o mestrado, além da confiança e amizade.

Quero agradecer também à minha família, em especial aos meus pais e as minhas irmãs que sempre me incentivaram. Agradeço também à Ana Luiza Furlanetto, pelo seu amor e carinho.

RESUMO

FUGII, Gabriel Massao. **Determinação de variáveis relevantes para proposição e avaliação de políticas públicas de gestão de resíduos sólidos urbanos**: um estudo aplicado ao município de Curitiba. 2014. 184 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia) - Programa de Pós-Graduação em Tecnologia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2014.

O aumento na geração dos resíduos sólidos é um problema para a sociedade: encontrar formas para o seu equacionamento e disposição ambientalmente segura é um dos maiores desafios atuais em política pública. A gestão inadequada de resíduos gera uma série de problemas ambientais, sociais e econômicos. Assim, esta dissertação busca determinar as variáveis mais relevantes para proposição e avaliação de políticas públicas para a gestão de resíduos sólidos urbanos, aplicados ao município de Curitiba, no sentido de aprimorá-la, apontando adequações ou aperfeiçoamentos em seu atual modelo. O trabalho avalia modelos teóricos de gestão de resíduos, apresentando a proposição teórica de um modelo com base nos estudados. Este modelo serve como encaminhamento para a definição das variáveis mais relevantes, contando com a participação de especialistas, além de um método de análise multivariada. Tal método permite definir um modelo ajustado à percepção do painel de especialista. A pesquisa é exploratória e descritiva: utilizou-se, em um primeiro momento, levantamento bibliográfico e documental; em um segundo, fez-se o arrolamento das principais variáveis com especialistas. O procedimento utilizou a técnica Delphi de levantamento com especialistas da área, que colaboraram com a avaliação e complementação das variáveis presentes na gestão de resíduos. Com base na análise estrutural, o *software* possibilitou descrever um sistema que relaciona todas as variáveis que constituem o sistema, permitindo evidenciá-las de acordo com o impacto e influencia na evolução do sistema. Com base nisso, definiu-se um modelo de análise da avaliação e proposição da gestão de resíduos, que serve para uma avaliação das políticas de gestão de resíduos realizadas em Curitiba. Com relação aos resultados, Curitiba atende à maioria das variáveis consideradas mais relevantes. Entre elas estão: Custo; Planejamento; Fiscalização e informação; Aterro sanitário; Interação e participação; Geração per capita; Prevenção e controle; Coleta e Reciclagem, que são preponderantes em qualquer modelo e necessitam de desenvolvimento, avaliação e manutenção.

Palavras-chave: Gestão de resíduos sólidos urbanos. Avaliação de Políticas Públicas. Proposição de Políticas Públicas. Tecnologia. Modelo de análise. Curitiba.

ABSTRACT

Fugii, Gabriel Massao. **Determination of relevant variables for proposing and evaluating public policies for managing municipal solid waste:** an applied study of the municipality of Curitiba. 2013. 184 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia) – Programa de Pós-Graduação em Tecnologia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2013.

The increase in the generation of solid waste is a problem for society and there is a need to find ways for its equation. Environmentally safe disposal is one of the biggest challenges today. The management of municipal solid waste is essential to treat the waste, because inadequate management contributes to environmental, social and economic problems. This dissertation sought to determine the most relevant variables for proposing and evaluating public policies for the management of municipal solid waste, applied to the city of Curitiba. Their determination helps to improve solid waste management in the municipality, collaborating with adjustments or improvements to your current model. The study evaluated theoretical models of waste management and presented a theoretical proposition of a model from these studied. This model served as guide for definition of relevant variables and had the help of experts and a method of multivariate analysis to define the variables. The method allowed us to define a model adjusted the perception of expert panel. The research is exploratory and descriptive, as to their goal using bibliographic and documentary method and in a second time a survey of the main variables is used to experts. The procedure used the Delphi survey technique with specialists, who collaborated with the evaluation and complementation of variables present in waste management. After evaluation, a matrix was constructed, based on the answers given and then the matrix was analyzed by MICMAC © software, tool for structuring ideas. Based on the structural analysis, the software allowed describing a system where relationships with all the variables that make up the system are performed, allowing display the main variables that impact and can influence the evolution of the system. From this, an analysis model of the assessment and proposal for waste management, which served for a review of policies for waste management, was held in Curitiba defined. Regarding the results, Curitiba meets most of the variables considered most relevant. Among them are: Cost, Planning, Monitoring and information; Landfill; Interaction and participation, per capita generation; Prevention and Control; Collection and; Recycling, which are crucial to any model and require the development, evaluation and maintenance.

Keywords: Management of municipal solid waste. Evaluation of Public Policies. Proposition of Public Policy. Technology. Model analysis. Curitiba.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – GERENCIAMENTO INTEGRADO DE RESÍDUO SÓLIDO	45
FIGURA 2 – HIERARQUIA DAS ETAPAS PARA O GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	46
FIGURA 3 – HIERARQUIA PARA O GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	46
FIGURA 4 – GERENCIAMENTO INTEGRADO DE RESÍDUOS SÓLIDOS BASEADO NO CICLO DE VIDA DO PRODUTO.....	49
FIGURA 5 – GERENCIAMENTO INTEGRADO DE RESÍDUOS SÓLIDOS BASEADO NA GERAÇÃO COM BASE EM DIFERENTES FONTES	50
FIGURA 6 – GERENCIAMENTO INTEGRADO DE RESÍDUOS SÓLIDOS BASEADO EM SUA ADMINISTRAÇÃO	50
FIGURA 7 – O CENTRO DE TECNOLOGIA PARA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	51
FIGURA 8 – REDUÇÃO DE RESÍDUOS COM BASE NAS FONTES GERADORAS ..	54
FIGURA 9 – ATIVIDADES OPERACIONAIS RELACIONADAS AOS RESÍDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS E DE LIMPEZA PÚBLICA.....	55
FIGURA 10 – DIAGRAMA DE FLUXO PARA ESTRATÉGIAS DE GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS	58
FIGURA 11 – FLUXO PARA PLANEJAMENTO E RACIONALIZAÇÃO DA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS.....	59
FIGURA 12 – SISTEMA GENÉRICO DE GERENCIAMENTO INTEGRADO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	60
FIGURA 13 – ELEMENTOS TÍPICOS DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM PAÍSES DE BAIXA OU MÉDIA RENDA.....	61
FIGURA 14 – PRINCIPAIS ETAPAS PRESENTES NO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	62
FIGURA 15 – ETAPAS DA ANÁLISE DE PLANEJAMENTO PARA UMA ESTAÇÃO DE TRANSFERÊNCIA DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES	65
FIGURA 16 – EXEMPLOS DE FLUXOS DE RECICLAGEM INFORMAL	67
FIGURA 17 – ETAPAS DAS PLANTAS DE BIOMETANIZAÇÃO.....	69
FIGURA 18 – ESTÁGIOS DA DIGESTÃO ANAERÓBIA.....	69
FIGURA 19 – UNIDADES DE PROCESSOS UTILIZADAS COM DIGESTORES ANAERÓBIOS.....	70
FIGURA 20 – PROCESSO DE CAPTAÇÃO E TRATAMENTO DO BIOGÁS.....	71
FIGURA 21 – GASEIFICADOR DE LEITO FIXO E FLUXO ASCENDENTE.....	76
FIGURA 22 – GASEIFICADOR DE LEITO FIXO E FLUXO DESCENDENTE	77
FIGURA 23 – GASEIFICADOR DE LEITO FLUIDIZADO.....	77
FIGURA 24 – REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DO DISPOSITIVO GERADOR E DO FORNO DE PLASMA	78
FIGURA 25 – PROCESSO DE MICROONDAS.....	79
FIGURA 26 – MODELO TEÓRICO PARA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS BASEADOS NOS MODELOS APRESENTADOS.....	84
FIGURA 27 – SEQUÊNCIA DAS ETAPAS REALIZADAS PARA EXECUÇÃO DA PESQUISA	101
FIGURA 28 – O SENTIDO DO PREENCHIMENTO DA MATRIZ.....	107
FIGURA 29 – DIAGRAMA DE INFLUÊNCIA VERSUS DEPENDÊNCIA.....	108
FIGURA 30 – SISTEMA ESTÁVEL E INSTÁVEL	109

FIGURA 31 – MAPA DE INFLUÊNCIA E DEPENDÊNCIA DIRETA DAS VARIÁVEIS	134
FIGURA 32 – MAPA DE INFLUÊNCIA E DEPENDÊNCIA INDIRETA DAS VARIÁVEIS	137
FIGURA 33 – HIERARQUIZAÇÃO DAS VARIÁVEIS SEGUNDO A INFLUÊNCIA DIRETA E INDIRETA DE SUAS RELAÇÕES	139
FIGURA 34 – HIERARQUIZAÇÃO DAS VARIÁVEIS SEGUNDO A DEPENDÊNCIA DIRETA E INDIRETA DE SUAS RELAÇÕES	140
FIGURA 35 – RELAÇÕES ENTRE TODAS VARIÁVEIS DE INFLUÊNCIA DIRETA	141
FIGURA 36 – RELAÇÕES ENTRE TODAS VARIÁVEIS DE INFLUÊNCIA INDIRETA	142
FIGURA 37 – RELAÇÕES MAIS FORTES DAS VARIÁVEIS DE INFLUÊNCIA DIRETA	143
FIGURA 38 – RELAÇÕES MAIS FORTES ENTRE AS VARIÁVEIS DE INFLUÊNCIA INDIRETA.....	144
FIGURA 39 – MODELO TEÓRICO ADAPTADO PARA A GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS.....	147

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS BRASILEIROS.....	42
GRÁFICO 2 – COMPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS RECICLÁVEIS.....	42
GRÁFICO 3 – PRESTADORES DE SERVIÇO DE MANEJO DE RESÍDUOS POR REGIÕES BRASILEIRAS	43
GRÁFICO 4 – TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM 27 PAÍSES EUROPEUS EM 2011.....	81
GRÁFICO 5 – GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NOS ESTADOS UNIDOS EM 2009.....	82
GRÁFICO 6 – TECNOLOGIAS DE TRATAMENTO PRESENTES NO JAPÃO.....	82
GRÁFICO 7 – POSICIONAMENTO DOS ESPECIALISTAS SOBRE OS TRATAMENTOS DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS.....	121
GRÁFICO 8 – POSICIONAMENTO DOS ESPECIALISTAS SOBRE PLANEJAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS E A POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS.....	124
GRÁFICO 9 – PONDERAÇÃO DOS ESPECIALISTAS SOBRE AS VARIÁVEIS PRESENTES NA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS	129

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – PROCESSO DA POLÍTICA PÚBLICA.....	24
QUADRO 2 – CARACTERÍSTICAS DAS INSTITUIÇÕES SOCIAIS.....	24

QUADRO 3 – CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS SEGUNDO SUA PERICULOSIDADE	26
QUADRO 4 – CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS QUANTO À ORIGEM... 27	
QUADRO 5 – ORIGEM, POSSÍVEIS CLASSES E RESPONSÁVEIS PELA GERAÇÃO DOS DIVERSOS TIPOS DE RESÍDUOS	27
QUADRO 6 – INFLUÊNCIA DAS CARACTERÍSTICAS DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO PLANEJAMENTO DO SISTEMA DE LIMPEZA URBANA.....	28
QUADRO 7 – OUTRAS DEFINIÇÕES LIGADAS AOS RESÍDUOS SÓLIDOS.....	29
QUADRO 8 – PRINCÍPIOS FUNDAMENTAIS DA POLÍTICA NACIONAL DE SANEAMENTO BÁSICO	31
QUADRO 9 – ATIVIDADES DO SERVIÇO PÚBLICO DE LIMPEZA URBANA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS	31
QUADRO 10 – PRINCÍPIOS DA POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS....	32
QUADRO 11 – OBJETIVOS DA POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS	32
QUADRO 12 – PRINCIPAIS INSTRUMENTOS DA POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS	33
QUADRO 13 – COMPARAÇÃO DAS PRINCIPAIS LEIS SOBRE RESÍDUOS SÓLIDOS	35
QUADRO 14 – COMPARATIVO DOS DECRETOS QUE REGULAMENTAM AS LEGISLAÇÕES BRASILEIRAS	37
QUADRO 15 – NORMALIZAÇÃO TÉCNICA REFERENTES AOS RESÍDUOS SÓLIDOS	38
QUADRO 16 – COMPARAÇÃO DA GERAÇÃO DE RSU ENTRE 2010 E 2011 DAS REGIÕES BRASILEIRAS	39
QUADRO 17 – TAXA DE COBERTURA DE COLETA TOTAL E URBANA NAS CAPITAIS BRASILEIRAS NO ANO DE 2010	41
QUADRO 18 – COLETA DE RSU NAS CAPITAIS BRASILEIRAS	41
QUADRO 19 - PROPORÇÃO DE MATERIAL RECICLADO EM ATIVIDADES INDUSTRIAIS SELECIONADAS	42
QUADRO 20 - FORMAS DE ADMINISTRAÇÃO E SEUS ARRANJOS INSTITUCIONAIS.....	44
QUADRO 21 – QUESTÕES E PASSOS A CONSIDERAR ANTES DE DESENVOLVER UM PLANO DE GERENCIAMENTO INTEGRADO DE RESÍDUOS SÓLIDOS.....	48
QUADRO 22 – TIPOS DE MODELOS DE ENGENHARIA DE SISTEMAS, DEFINIÇÕES E CONTRIBUIÇÃO PARA O GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS.....	52
QUADRO 23 – FERRAMENTAS DE AVALIAÇÃO DO SISTEMA, DEFINIÇÕES E CONTRIBUIÇÃO PARA O GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	54
QUADRO 24 – CONFIGURAÇÕES E CARACTERIZAÇÃO DO FORNOS DE INCINERAÇÃO	74
QUADRO 25 – MODALIDADE DE PIRÓLISE	75
QUADRO 26 – PRINCIPAIS TECNOLOGIAS DE GASEIFICAÇÃO.....	76
QUADRO 27 - VANTAGENS E DESVANTAGENS DE TECNOLOGIAS PARA O TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES.....	80
QUADRO 28 - ESTRUTURA DA METODOLOGIA DE PESQUISA	80
QUADRO 29 - TERMOS UTILIZADOS EM PROSPECÇÃO E SUAS DEFINIÇÕES	94
QUADRO 30 – CINCO QUESTÕES FUNDAMENTAIS PARA PROSPECTIVA ESTRATÉGICA	95

QUADRO 31 – ATITUDES POSSÍVEIS FACE AO FUTURO.....	95
QUADRO 32 – AS CINCO IDEIAS CHAVES DA PROSPECTIVA	96
QUADRO 33 – PRINCIPAIS METODOLOGIAS E TÉCNICAS UTILIZADAS EM ESTUDOS PROSPECTIVOS	98
QUADRO 34 – PONTOS FORTES E FRACOS DAS PRINCIPAIS METODOLOGIAS E TÉCNICAS NA PROSPECTIVA	99
QUADRO 35 – PRINCIPAIS FERRAMENTAS UTILIZADAS NA PROSPECÇÃO ESTRATÉGICA	100
QUADRO 36 – PARÂMETRO PARA A OBTENÇÃO DE COEFICIENTE DE ARGUMENTO (KA) DE ESPECIALISTAS	105
QUADRO 37 – VARIÁVEIS ENCONTRADAS NA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS	115
QUADRO 38 – CLASSIFICAÇÃO DAS VARIÁVEIS	116
QUADRO 39 – RESPOSTAS DO QUESTIONÁRIO DE AUTOAVALIAÇÃO.....	118
QUADRO 40 – CONVERSÃO EM NÚMEROS DAS RESPOSTAS DO QUESTIONÁRIO DE AUTOAVALIAÇÃO	119
QUADRO 41 – COEFICIENTE DE ARGUMENTAÇÃO, CONHECIMENTO E COMPETÊNCIA	120
QUADRO 42 – INFORMAÇÕES SOBRE OS ESPECIALISTAS.....	120
QUADRO 43 – PONDERAÇÕES DOS ESPECIALISTAS SOBRE AS VARIÁVEIS PRESENTES DIRETAMENTE NAS ETAPAS DE GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS E AS VARIÁVEIS QUE FAZEM PARTE DA FORMA DE GESTÃO	126
QUADRO 44 – PONDERAÇÕES DOS ESPECIALISTAS SOBRE AS VARIÁVEIS QUE PODEM INFLUENCIAR OU CONDICIONAR AS ETAPAS E A GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS.....	127
QUADRO 45 – CÁLCULO DE CONFIABILIDADE	128
QUADRO 46 – MATRIZ COM A PONDERAÇÃO DAS VARIÁVEIS.....	131
QUADRO 47 – CLASSIFICAÇÃO DAS VARIÁVEIS CONFORME RELEVÂNCIA ...	145
QUADRO 48: QUANTIDADE DE RESÍDUOS COLETADOS PELOS SERVIÇOS PRESTADOS PELA PREFEITURA DE CURITIBA NO ANO DE 2012 .	149
QUADRO 49 – COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA DOS RESÍDUOS DESTINADOS AO ATERRO SANITÁRIO DE CURITIBA.....	150
QUADRO 50 – UNIDADES DE RECEBIMENTO TRATAMENTO E RESÍDUOS DE CURITIBA.....	154
QUADRO 51 – PLANEJAMENTO DE AÇÕES BASEADO NA POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS.....	159
QUADRO 52 - COMPARAÇÃO DA POLÍTICA DE GESTÃO DE RESÍDUOS DE CURITIBA COM AS VARIÁVEIS SELECIONADAS.....	160
QUADRO 53 – VARIÁVEIS DE DESTAQUE NA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE CURITIBA.....	162
QUADRO 54 – POSICIONAMENTO DOS ESPECIALISTAS SOBRE TRATAMENTOS QUE PODEM SER MELHORADOS NA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS.....	188
QUADRO 55 – CÁLCULO PARA PONDERAÇÃO DOS DADOS	189
QUADRO 56 – POSICIONAMENTO DOS ESPECIALISTAS PARA AS PERGUNTAS 2, 3, 4 E 5 DA PRIMEIRA ETAPA DO QUESTIONÁRIO.....	190
QUADRO 57 – FREQUÊNCIA E PORCENTAGEM DAS RESPOSTAS DADAS PELOS ESPECIALISTAS.....	193

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - QUANTIDADE DIÁRIA DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES E/OU PÚBLICOS ENCAMINHADOS PARA DIFERENTES FORMAS DE DESTINAÇÃO FINAL, PARA OS ANOS 2000 E 2008	83
---	----

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
AIA	Avaliação de Impacto Ambiental
BNDS	Banco Nacional do Desenvolvimento
CDR	Composto Derivado de Resíduo
CMMA	Conselho Municipal do Meio Ambiente
CNAM	<i>Conservatoire National Des Arts Et Métiers</i>
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CONRESOL	Consórcio Intermunicipal para Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos
CORI	Comitê Orientador para Implementação do Sistema de Logística Reversa
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FEMOCLAN	Federação das Associações de Moradores de Curitiba e Região Metropolitana
FIEP	Federação das Indústrias do Estado do Paraná
GIRSU	Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos
GTA	Grupo Técnico de Assessoramento
IAP	Instituto Ambiental do Paraná
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBAM	Instituto Brasileiro de Administração Municipal
IBGE	Instituto Brasileiro de Estatística e Geografia
IPCC	Instituto Pró-Cidadania de Curitiba
IPTU	Imposto Predial e Territorial Urbano
LIPSOR	<i>Laboratoire D'Investigation Em Prospective, Stratégie Et Organisation</i>
MMA	Ministério do Meio Ambiente
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
PDDU	Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano
PEV	Postos de Entrega Voluntária
PIB	Produto Interno Bruto
Plansab	Plano Nacional de Saneamento Básico
PMMC	Planos Nacionais de Mudanças do Clima
PNRH	Plano Nacional de Recursos Hídricos
PNSB	Plano Nacional de Saneamento Básico
PPA	Plano Plurianual
PPCS	Plano de Ação para Produção e Consumo Sustentável
PPGTE	Programa de Pós-Graduação em Tecnologia
PPP	Parceria Público-Privada
RCC	Resíduos da Construção Civil

RMC	Região Metropolitana de Curitiba
RSU	Resíduos Sólidos Urbano
SINIR	Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos
SIPAR	Sistema Integrado de Processamento e Aproveitamento de Resíduos
Sinima	Sistema Nacional de Informação sobre o Meio Ambiente
Sinisa	Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento
Sisnama	Sistema Nacional do Meio Ambiente
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SNVS	Sistema Nacional de Vigilância Sanitária
Suasa	Sistema Único de Atenção à Sanidade Agropecuária
USP	Universidade de São Paulo
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
UVR	Unidades de Valorização de Recicláveis

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
1.1 CONTEXTO E JUSTIFICATIVA.....	13
1.2 ESPECIFICAÇÃO DO PROBLEMA	14
1.3 PRESSUPOSTOS	16
1.4 OBJETIVOS.....	17
1.4.1 Objetivo Geral.....	17
1.4.2 Objetivos específicos	17
1.5 RELEVÂNCIA DO TRABALHO.....	18
1.6 DELIMITAÇÕES.....	20
1.7 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	20
1.8 ESTRUTURA DO TRABALHO	21
2 FUNDAMENTAÇÃO	22
2.1 POLÍTICAS PÚBLICAS	22
2.2 RESÍDUOS SÓLIDOS	25
2.2.1 Definição, classificação e características	25
2.2.2 Aspectos legais.....	30
2.2.3 Resíduos sólidos no Brasil	39
2.2.4 Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos.....	44
2.2.5 Descrição da etapas do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos.....	61
2.3 MODELO TEÓRICO DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS..	83
3 METODOLOGIA.....	85
3.1 ABORDAGEM METODOLÓGICA	85
3.2 PLANEJAMENTO	87
3.3. OPERACIONALIZAÇÃO DA PESQUISA.....	91
3.3.1 Prospecção e os estudos prospectivos	91
3.3.2 Prospectiva estratégica.....	94
3.3.3 Aplicação, metodologia e ferramentas da prospecção	96
3.3.4 Fundamentação	101
3.3.5 Elaboração do questionário para o levantamento.....	102
3.3.6 Técnica Delphi	103
3.3.7 Seleção dos especialistas.....	104

3.3.8 Procedimento prático e exploração de resultados	106
3.3.9 Análise Estrutural Multivariada	107
3.3.10 Avaliação da gestão de resíduos sólidos urbanos de Curitiba com base no modelo teórico definido e alinhado com as variáveis selecionadas	110
4 RESULTADOS	111
4.1 SELEÇÃO DAS VARIÁVEIS	111
4.2 CRITÉRIO E PROCESSO DE ESCOLHA DOS ENTREVISTADOS	116
4.3 GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS: VISÃO PRELIMINAR DOS ESPECIALISTAS SELECIONADOS	121
4.4 AVALIAÇÃO E COMPLEMENTAÇÃO DAS VARIÁVEIS	124
4.5 DETERMINAÇÃO DAS PRINCIPAIS VARIÁVEIS.....	128
4.6 PONDERAÇÃO DAS VARIÁVEIS CONFORME SUAS RELAÇÕES DIRETAS	130
4.7 ANÁLISE FEITA PELO SOFTWARE MICMAC©.....	132
4.8 APRESENTAÇÃO DE MODELO TEÓRICO ADAPTADO PARA GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS.....	144
4.9 AVALIAÇÃO DA POLÍTICA DE CURITIBA COM BASE NAS VARIÁVEIS SELECIONADAS	147
4.9.1 Descrição da política de gestão de resíduos sólido urbanos de Curitiba.....	147
4.9.1.1 Resíduos recicláveis	150
4.9.1.2 Resíduos orgânicos e outros serviços.....	151
4.9.1.3 Destinação e disposição final	154
4.9.1.4 Custos.....	156
4.9.1.5 Qualidade e informações sobre os serviços prestados	156
4.9.1.6 Logística reversa e ciclo de vida do produto.....	157
4.9.1.7 Planejamento futuro	158
4.9.1.8 Comparação da política de gestão de resíduos de Curitiba com as variáveis selecionadas	159
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	163
REFERÊNCIAS	166
APÊNDICE A – Questionário de avaliação e complementação das variáveis.....	182
APÊNDICE B - Posicionamento dos especialistas sobre tratamentos que podem ser melhorados na gestão de resíduos sólidos urbanos	188
APÊNDICE C - Cálculo para ponderação dos dados	189
APÊNDICE D - Posicionamento dos especialistas para as perguntas 2, 3, 4 e 5 da primeira etapa do questionário	190

APÊNDICE E - Frequência e porcentagem das respostas dadas pelos especialistas.....	191
APÊNDICE F – Matriz quadrada com todas as variáveis	194
ANEXO A – Questionário de autoavaliação dos especialistas	195

1 INTRODUÇÃO

Esta seção apresenta o contexto e a justificativa desta dissertação, além da especificação do problema, pressupostos, objetivos, relevância, delimitações, procedimentos metodológicos e a estrutura do trabalho.

1.1 CONTEXTO E JUSTIFICATIVA

Quando os primeiros seres humanos deixaram de ser nômades, estabelecendo-se em locais específicos, acumularam diversos artefatos tecnológicos, desenvolvendo técnicas como a agricultura, a domesticação de animais e plantas, proporcionando o aumento populacional e as transformações no ambiente (BURKE; ORSTEIN, 1998). Estas mudanças, verdadeiras revoluções, com o passar do tempo, acarretaram na concentração da população no meio urbano, cercado por padrões de industrialização e consumo (ROTH; GARCIAS, 2009).

Esse comportamento normalmente é incentivado por publicidades consumistas, disseminadas pelos diversos meios de comunicação, as que criam necessidades, algumas artificiais, estimulando os indivíduos a obterem produtos (HORKHEIMER; ADORNO, 1991; ZANETI; SÁ, 2002; MATTOS, 2006). Esse apelo para a aquisição de novos produtos, caracterizados por serem sintéticos, descartáveis e por possuírem uma obsolescência programada, afeta drasticamente a geração de resíduos sólidos urbanos (ZANETI; SÁ, 2002; MATTOS, 2006, JACOBI; BESEN, 2011).

Além da geração dos resíduos, Lovelock (2006), destaca que todo esse consumo e progresso tecnológico comprometem os recursos naturais, gerando desequilíbrios ambientais, poluição do ar, água e terra. Afetam também as relações sociais, ofuscando os riscos que todos estão suscetíveis a sofrer (BECK, 2011). Justificado pela atual composição dos resíduos, por consistirem das mais variadas naturezas (biodegradáveis ou não, recalcitrantes¹ ou

¹ Recalcitrantes – são resíduos compostos por produtos químicos que, por não serem excretáveis, apresentam característica de acumulação progressiva nos organismos.

xenobióticos²), possuindo elementos perigosos para os organismos vivos, sendo de difícil tratamento (ROTH; GARCIAS, 2009; JACOBI; BESEN, 2011).

Sem a pretensão de ser determinista, o consumo e o padrão de vida, segundo os autores citados anteriormente, têm contribuído para os problemas relacionados com o aumento da geração dos resíduos sólidos urbanos. Tal crescimento observa-se a cada ano, sendo superior à taxa de crescimento populacional (ASSOCIAÇÃO..., 2012). Assim, a gestão dos resíduos sólidos tornou-se um dos maiores desafios para a sociedade moderna, principalmente para os municípios, que são os responsáveis legais por ela. Um dos principais desafios é o equacionamento da geração dos resíduos somados a tratamentos e uma disposição final ambientalmente segura (JACOBI; BESEN, 2011; BRASIL, 2010a).

Tal desafio depara-se com o crescimento acelerado das taxas de urbanização, além do fato de os municípios apresentarem déficits financeiros e administrativos em prover infraestrutura e serviços essenciais de saneamento básico (JACOBI; BESEN, 2011). A falta de gestão e políticas públicas ocasiona problemas ambientais como a degradação do solo, dos corpos d'água e mananciais, poluição do ar, enchentes e proliferação de vetores causadores de doenças, o que afeta diretamente a sociedade (JACOBI; BESEN, 2011), concorrendo também para o aquecimento global e as mudanças climáticas (JACOBI e BESEN, 2011; GOUVEIA, 2012).

Desta forma, a gestão de resíduos sólidos necessita de mais atenção do poder público e da atuação da sociedade, os que devem reivindicar e contribuir para o desenvolvimento de planejamentos para a gestão de resíduos, ademais de exigir políticas públicas (MONTEIRO *et al.*, 2001). Portanto, compreender a complexidade de uma cadeia de resíduos sólidos é fundamental para a melhor execução de todos os constituintes deste sistema, além de possibilitar a cobrança por ações, manutenções e melhorias em seu processamento.

1.2 ESPECIFICAÇÃO DO PROBLEMA

A Lei nº 12.305 instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos, a qual apresenta princípios, objetivos, instrumentos, responsabilidades, definições e diretrizes relativas à gestão

² Xenobióticos – são resíduos contaminantes químicos alimentares, como agrotóxicos, aditivos, entre outros.

integrada e ao gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos (BRASIL, 2010a). Essa lei está regulamentada pelo Decreto nº 7.404, de 2010, que criou como um dos seus principais instrumentos o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010b).

O Plano Nacional de Resíduos Sólidos foi construído com base no processo de consulta pública e audiência pública regional e nacional, junto aos setores especializados, setor público e a sociedade, possuindo estreita relação com outros Planos, como os Planos Nacionais de Mudanças do Clima (PNMC), Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab) e Plano de Ação para Produção e Consumo Sustentável (PPCS) (BRASIL, 2012).

O Plano Nacional de Resíduos Sólidos apresenta propostas e conceitos que refletem em diversos setores da economia, equalizando crescimento econômico e preservação ambiental com desenvolvimento sustentável. Contempla também alternativas de gestão e gerenciamento passíveis de implantação, bem como metas para diferentes cenários, programas, projetos e ações correspondentes (BRASIL, 2012).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos possui uma visão sistêmica da gestão dos resíduos sólidos, considerando as diversas variáveis: ambiental, social, cultural, econômica, tecnológica e de saúde pública. Na gestão – voltada para o planejamento – e gerenciamento – aplicação – devem ser observadas as seguintes ordens de prioridade: a não geração, a redução, a reutilização, a reciclagem, o tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada (BRASIL, 2010a).

Por mais que exista um Plano e uma lei que determinem uma ordem de prioridade para a gestão e gerenciamento de resíduos, existe a possibilidade de uma ou mais etapas serem mais relevantes do que outras, não respeitando uma sequência pré-determinada, influenciando indiretamente e/ou diretamente todo o funcionamento do sistema. Assim, conhecer as alternativas tecnológicas de tratamento, bem como conhecer as ações que interferem um sistema integrado é essencial na tomada de decisão acerca de ações estratégicas visando alcançar um futuro desejável, uma vez que a falta de uma gestão adequada gera diversos problemas que afetam diretamente a qualidade de vida do ser humano (ROTH; GARCIAS, 2009).

A compreensão das ações depende de um conhecimento apropriado das variáveis presentes no processo de gestão de resíduos sólidos. Desta forma, a identificação e compreensão das diversas variáveis presentes na gestão de resíduos sólidos urbanos são fundamentais para

as políticas públicas de gestão de resíduos sólidos proporcionando, pelo processo de prospecção a antecipação das ações presentes, a minimização de problemas futuros.

Neste contexto, torna-se evidente a necessidade da existência de um processo eficaz de determinação destas variáveis. Desta forma, surge a seguinte questão: quais são as variáveis relevantes aplicadas a uma gestão integrada de resíduos sólidos urbanos para proposição e avaliação de políticas públicas deste tema?

1.3 PRESSUPOSTOS

Como os municípios e consórcios não dispõem de recursos financeiros suficientes, nem de mão de obra especializada, nem mesmo tecnologias (JACOBI; BESEN, 2011) para a implantação ou adaptação das atuais gestões de resíduos sólidos, é necessário que as ações sejam realizadas por etapas. As escolhas dos atos de maior relevância representam, com base nos estudos prospectivos, uma redução das incertezas futuras e dos riscos.

Assim, o pressuposto é que a prospecção das variáveis presentes na gestão de resíduos sólidos – determinação das variáveis mais relevantes para implantação ou aperfeiçoamento visando um futuro desejado –, possa auxiliar na tomada de decisão e implantação de determinadas variáveis em um contexto complexo, caracterizado pelas diversas possibilidades de ações somadas a dificuldades financeiras e tecnológicas, característica da atual gestão de resíduos sólidos da maioria dos municípios do Brasil (JACOBI; BESEN, 2011).

Ao escolher as ações mais influentes dentro de um sistema integrado, é possível desencadear uma série de benefícios para a sociedade e o município ao longo do tempo, como, por exemplo, cessar a despesa de recursos públicos de forma equivocada e inadequada; melhorar qualitativamente a atual gestão e gerenciamento de resíduos sólidos urbanos; ademais de gerar novos empregos, por meio de novas associações, cooperativas, usinas de compostagem, além da ampliação de um mercado em torno da reciclagem, da compostagem e do aproveitamento energético. As ações citadas podem propiciar o desenvolvimento regional, com a geração de novos recursos financeiros, tanto para os trabalhadores que atuam diretamente com a cadeia de resíduos sólidos, como para o próprio município.

Os novos recursos financeiros poderiam financiar o aprimoramento das demais etapas presentes no sistema integrado de resíduos sólidos urbanos além de fomentar pesquisas, capacitação e aprimoramento técnico dos trabalhadores gerando desenvolvimento tecnológico.

Todas estas pressuposições contribuem para o avanço da gestão de resíduos sólidos urbanos, além de colaborar com o Plano Nacional de Resíduos Sólidos e a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

1.4 OBJETIVOS

Nesta seção, são apresentados o objetivo geral e os objetivos específicos do trabalho, relativos aos problemas da pesquisa identificados anteriormente.

1.4.1 Objetivo Geral

O objetivo geral desta dissertação é determinar as variáveis relevantes para proposição e avaliação de políticas públicas para a gestão de resíduos sólidos urbanos, aplicados ao município de Curitiba.

1.4.2 Objetivos específicos

Para alcançar o objetivo geral foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- A) Definir um modelo teórico para a gestão de resíduos sólidos com base no estado da arte;
- B) Selecionar as variáveis presentes na gestão de resíduos sólidos para definir políticas de gestão de resíduos alinhadas com o modelo teórico;
- C) Avaliar a gestão de resíduos sólidos urbanos de Curitiba com base no modelo teórico definido e alinhado com as variáveis selecionadas.

1.5 RELEVÂNCIA DO TRABALHO

O desenvolvimento desta dissertação vem ao encontro da linha de pesquisa de Tecnologia e Desenvolvimento do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia (PPGTE) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - (UTFPR). Entre os objetos de pesquisa desta linha, está a análise das condições institucionais para a geração de tecnologias e suas formas de gestão, além de temas de interesse como o desenvolvimento regional, a gestão da tecnologia e inovação, a economia e política ambiental, a tecnologia e meio ambiente, a prospecção e a políticas públicas de ciência, tecnologia e inovação. Este trabalho atende principalmente à linha prospecção, políticas públicas e gestão da tecnologia, além da gestão das instituições, o desenvolvimento regional e a economia.

Possui vínculo inicial com o projeto de pesquisa financiado pelo CNPq e Fundação Araucária intitulado: “Políticas Públicas e Desenvolvimento: concepção, caracterização e avaliação das políticas públicas ambientais comparadas de gestão de resíduos de Curitiba e Salvador com base na década de 1990” realizado no período de janeiro de 2010 a dezembro de 2012. Em seguida, alinhou-se a dois projetos de pesquisas: ao projeto finalizado em janeiro de 2014 (2012-2014) - “prospecções de políticas públicas para o desenvolvimento local com base na gestão dos resíduos sólidos urbanos” e o recém-aprovado projeto “planejamento territorial e desenvolvimento local: um modelo de prospecção para racionalização de resíduos sólidos urbanos”, iniciado em fevereiro de 2014 (2014-2017). Todos os projetos são coordenados pelo orientador desta dissertação, sendo o primeiro financiado pela Fundação Araucária e os dois últimos pelo CNPq.

O desenvolvimento deste projeto é uma consequência natural da formação de biólogo pesquisador, possibilitando uma melhoria da gestão dos resíduos sólidos urbanos, colaborando com a minimização dos impactos ambientais e sanitários causados pela geração de resíduos. Uma gestão adequada contribui para a redução da necessidade de grandes áreas para destinação final dos rejeitos, além de conciliar o desenvolvimento econômico, social e ambiental, garantindo as atuais condições de recursos para as gerações futuras, premissa do desenvolvimento sustentável.

O trabalho contribui também com a Política Nacional de Resíduos Sólidos, sendo um instrumento de pesquisa científica e tecnológica, podendo, assim, cooperar com os setores público e privado para o desenvolvimento de pesquisas, de novos produtos, processos, métodos

e tecnologias de gestão, reciclagem, reutilização, tratamento de resíduos e disposição final ambientalmente adequada de rejeitos (BRASIL, 2010a).

Outro fator de relevância desta pesquisa é servir como um possível instrumento de tomada de decisão para a gestão e gestores dos resíduos sólidos urbanos, pois, segundo Zanta e Ferreira (2003), é a gestão que vai tomar a decisão de prioridade. De acordo com a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) (2008), a gestão de resíduos nos países em desenvolvimento possui questões ambientais que não são bem conduzidas: seu péssimo estado necessita de atenção urgente. A falta de atenção pelo poder público está comprometendo cada vez mais a saúde da população, os recursos naturais e, principalmente, o solo e os recursos hídricos (MONTEIRO *et al.*, 2001). Essa insuficiência de gerenciamento causa outros impactos socioambientais, como o assoreamento de rios, o entupimento de bueiros e o aumento de enchentes, mau-cheiro, proliferação de insetos e vetores que afetam diretamente ou indiretamente a saúde, além de concorrer com o aquecimento global e as mudanças climáticas (JACOBI; BESEEN, 2011; GOUVEIA, 2012; GOUVEIA, 1999).

O crescimento e a longevidade da população, a urbanização, a expansão do consumo de novas tecnologias, as alterações no estilo de vida e os modos de produção acarretam no aumento da produção de resíduos, tanto em quantidade como em diversidade (JACOBI; BESEN, 2011; GOUVEIA, 2012). Dessa forma, tornam-se imprescindíveis ações, devido à falta de locais adequados para a disposição final dos resíduos.

A consciência do processo de aproveitamento, tratamento ou destino dos resíduos sólidos urbanos é de primordial importância para os estudos futuros (SOUSA; GAIA; RANGEL, 2010). Nesse sentido, explorar as várias ações que podem contribuir para a redução de resíduos destinados aos aterros sanitários é essencial. Como por exemplo, a compostagem dos resíduos orgânicos, ainda incipiente no Brasil (BRASIL, 2012), a qual representa 51,4% (28.544.702 toneladas) dos resíduos gerados (ASSOCIAÇÃO..., 2011), além do aproveitamento energético, que já possui normas de regulamentação para a geração e distribuição de energias proveniente de fontes alternativas de energia como o biogás (AGÊNCIA..., 2010).

Outro exemplo é o reaproveitamento e transformação de resíduos, que previamente separados e classificados pela fonte geradora, facilitam a reciclagem, além de se constituir em um processo de valorização de resíduos com a sua reintrodução no ciclo produtivo (ROCHA; D'ÁVILA; DE SOUZA, 2005). Há, ainda a possibilidade da realização de outros tratamentos,

que podem favorecer o desenvolvimento de todas as etapas da cadeia de resíduos sólidos urbanos.

1.6 DELIMITAÇÕES

Esta dissertação trata das variáveis utilizadas para a tomada de decisão relacionada apenas com os resíduos sólidos urbanos, ou seja, resíduos originados das atividades domésticas e de resíduos de limpeza urbana, originados da varrição, limpeza de logradouros, vias públicas e outros serviços de limpeza urbana (BRASIL, 2010a).

Assim sendo, excluiu os resíduos industriais (aqueles gerados nos processos produtivos e instalações industriais), os resíduos de serviços de saúde, resíduos da construção civil (gerados nas construções, reformas, reparos, demolições, além das resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis), resíduos agrossilvopastoris (os gerados nas atividades agropecuárias e de silviculturas, bem como os relacionados a insumos utilizados nessas atividades), os resíduos de serviços de transportes (originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira) e os resíduos de mineração (BRASIL, 2010a).

Quanto às informações relacionadas à seleção das variáveis mais relevantes para a tomada de decisão e políticas públicas, utilizou um questionário estruturado e técnicas de pesquisa, que foram aplicados somente a especialistas professores pesquisadores da área. A seleção das variáveis foi baseada nas respostas dados pelos especialistas. Logo, as respostas de outros profissionais ligados à gestão de resíduos sólidos, poderiam influenciar os resultados obtidos.

1.7 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Com base nos critérios de classificação de pesquisas propostos por Gil (2010), a área de conhecimento desta pesquisa, segundo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), é multidisciplinar englobando principalmente a tecnologia, a gestão, a economia e a administração.

A pesquisa é de natureza aplicada, pois busca soluções concretas para problemas de fins práticos e reais (CERVO; BERVIAN, 2002). Com relação aos objetivos, é uma pesquisa exploratória, porque proporciona uma maior familiaridade com um problema por meio do levantamento bibliográfico; é também descritiva, pois tem como propósito descrever as características do fenômeno e estabelecer relações entre variáveis. Estudos exploratório-descritivos combinados têm por objetivo descrever completamente determinado fenômeno (MARCONI; LAKATOS, 2003). A pesquisa também é explicativa porque visa identificar de forma profunda o conhecimento da realidade, através de fatores que contribuem ou determinam a ocorrência de acontecimentos (GIL, 2010).

Do ponto de vista da abordagem, o trabalho é predominantemente qualitativo: a abordagem quantitativa é baseada em respostas qualitativas. O procedimento técnico utilizado em um primeiro momento foi a pesquisa bibliográfica elaborada com base em livros, artigos, manuais, dissertações e teses; a pesquisa documental foi realizada com base nos documentos oriundos dos diversos órgãos do governo ou de outras organizações. Em um segundo momento, foi realizado o levantamento das variáveis mais relevantes dentre aquelas encontradas na pesquisa bibliográfica e documental.

A última etapa foi o estudo de caso, avaliando o modelo teórico com o alinhamento das variáveis selecionados no município de Curitiba. A metodologia detalhada encontra-se no capítulo três deste trabalho.

1.8 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está dividido em cinco capítulos. Inicia-se com a introdução, em que são apresentados o contexto e justificativa, o problema, os objetivos, pressupostos, delimitações, metodologia e esta estrutura.

O capítulo seguinte aborda a fundamentação, que envolve as questões relacionadas a políticas públicas e questões gerais sobre a gestão de resíduos sólidos urbanos.

O terceiro capítulo descreve a abordagem metodológica, o planejamento da pesquisa e os procedimentos metodológicos, utilizados para alcançar os resultados descritos no capítulo quatro. Neste capítulo são feitas as análises e interpretações dos resultados obtidos; no último capítulo, são apresentadas as considerações finais desta pesquisa.

2 FUNDAMENTAÇÃO

Este capítulo aborda a importância das políticas públicas no planejamento e a tomada de decisão nas ações de gerenciamento de resíduos sólidos. Descreve, também, o tema central desta pesquisa, ou seja, o gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos.

2.1 POLÍTICAS PÚBLICAS

Este subcapítulo apresenta as políticas públicas, que são essenciais para resolver os problemas que afetam a sociedade; entre eles, aqueles ligados ao gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos (JACOBI; BESEN 2011, FUNDAÇÃO..., 2012a).

No Brasil, os estudos sobre políticas públicas são recentes, enquanto que em outros países, como Estados Unidos e Alemanha os estudos começaram nas décadas de 1950 e 1970, respectivamente (FREY, 2000). A política pública vem se institucionalizando e expandindo no Brasil, com o aumento de dissertações e teses sobre o tema, com a criação de disciplinas em programas de graduação e de pós-graduação e com o estabelecimento de correntes de pesquisa e linhas especiais de financiamento para a área (ARRETCHE, 2003). Além disso, o tema tem avançado com o surgimento de periódicos nacionais e internacionais (TREVISAN; VAN BELLEN, 2008). A política pública busca “colocar o governo em ação” e/ou analisar essa ação, propondo, quando necessário, mudanças no rumo ou curso dessas ações (SOUZA, 2006).

Segundo Parada (2007), as políticas públicas são soluções específicas de como gerir os assuntos públicos. Para o autor, uma política pública de excelência corresponde aos cursos de ação e fluxos de informação realizados de forma democrática, sendo desenvolvido pelo setor público com a participação da sociedade e do setor privado. Outra definição é o conjunto de atividades desenvolvidas pelo Estado que concebem e implementam ideias relevantes aos problemas da sociedade. Apesar de o Estado ser o responsável por estabelecer as regras e mecanismos de punição, em virtude de sua capacidade de universalização, coerção e regulamentação; as políticas somente se realizam quando todos os atores sociais –Estado e sociedade civil– estão envolvidos na sua implementação, interação e integração (SILVA; BASSI, 2012).

Segundo Teixeira (2002), o objetivo das políticas públicas é responder às demandas da sociedade, por meio de princípios norteadores, diretrizes, regras e procedimentos determinados entre o poder público e a sociedade, sendo formulados ou sistematizados em documentos legais, programas e linhas de financiamento, os quais orientam as ações que geralmente envolvem aplicações de recursos públicos. Kingdon (1995) considera que a formulação de políticas públicas é um conjunto de processos que inclui pelo menos o estabelecimento de uma agenda, alternativas para a escolha e a implantação da decisão. Já Viana (1996) cita que as fases das políticas públicas são: a construção da agenda, formulação de políticas, a implementação e avaliação de políticas.

Em todos os casos, a identificação do problema é fundamental sob a óptica de estratégia política, em que serão definidas, articuladas e concentradas as atenções dos formuladores de política, determinando o sucesso de uma questão (CAPELLA, 2007).

Para Frey (2000) os conceitos *policy*, *politics*, *polity*, *policy network*, *policy arena* e *policy cycle* são fundamentais para a compreensão de políticas públicas, quanto para a estruturação de um processo de pesquisa. Em sua categorização, a *polity* denomina as instituições políticas, a *politics* retrata os processos políticos e a *policy* aborda os conteúdos da política. Já *policy network* são as redes de interação de diferentes grupos e instituições e que vem ganhando importância em processos decisórios nas democracias modernas, por gerarem e programarem um *policy*. A *policy arena* retrata os processos de conflitos e de consenso dentro das várias áreas da política. Por fim, a *policy cycle* realiza uma análise da vida de uma política pública.

Desta forma, uma visão mais ampla das fases do processo de políticas públicas é observada e descrita no quadro 1.

Continua

PROCESSO POLÍTICO	DESCRIÇÃO GENÉRICA DA ETAPA	AGENTES PARTICIPANTES
Identificação do problema	Identificação dos problemas políticos por meio da demanda de indivíduos e grupos de ação governamental	Instituições formais e informais (Responsáveis por identificar este problema por pressões sociais, econômicas, políticas, ambientais ou culturais)
Agenda dos agentes	Atenção na mídia e nos órgãos públicos oficiais sobre problemas públicos específicos para escolher o que será decidido	Instituições formais e informais (Responsáveis por discutir o problema e apresentar demandas ao governo)

Conclusão

PROCESSO POLÍTICO	DESCRIÇÃO GENÉRICA DA ETAPA	AGENTES PARTICIPANTES
Formulação de política	Desenvolvimento da proposta de política pelo interesse de grupos	Instituições formais, informais e o governo (a responsabilidade é compartilhada, mas dependendo do arranjo institucional existente um deles será o responsável por consolidar a formulação da política)
Legitimação da política	Definição da ação e política como sendo oficial, tornando-a lei	Governo (Responsabilidade típica do governo que garante a legitimidade da política)
Implementação da política	Implementação da política pelas burocracias, gastos públicos, regulações e outras atividades afins	Governo e Instituições formais, informais (a responsabilidade é compartilhada, mas normalmente é coordenada pelo governo. Em alguns casos é exclusivamente implementado pelo governo)
Avaliação da política	Avaliação continuada da política pública tanto em termos de processo quanto de resultado	Governo e Instituições formais, informais (a responsabilidade é compartilhada, mas o governo necessariamente deve avaliar a sua política. As instituições formais e informais, quando bem estruturadas e atuantes, sempre como uma espécie de auditoria dos resultados e grupo de pressão para melhoria das ações, com intuito de não desvirtuar dos objetivos definidos pela política)

Quadro 1 - Processo da política pública

Fonte: Silva; Bassi (2012).

A avaliação do processo da política pública deve contrastar o antes, o durante e o depois, ação necessária para verificar a efetividade das implantações, com relação aos resultados e aos objetivos. Tal processo deve contar com a participação dos implementadores e da sociedade civil (DA CUNHA, 2006). Devido à política pública ser uma ação de governo, as instituições formais e informais (Quadro 2) são agentes determinantes para alcançar os objetivos da política (SILVA; BASSI, 2012).

TIPOS	INSTITUIÇÃO	OBJETIVOS	CUMPRIMENTO	CAMPO
Formal	Leis e regulamentos	Atacar problemas específicos	Obrigatório e coercitivo	Domínio público
Informal	Regras não escritas e convenções	Códigos e valores	Voluntário e se cumpre automaticamente	Domínio privado

Quadro 2 - Características das instituições sociais

Fonte: Espino (1999).

Dessa maneira, a promoção do desenvolvimento, seja ele social, econômico ou ambiental, necessariamente passa pelos dois tipos de instituições (SILVA; BASSI, 2012). Juntas, direcionarão as ações que refletirão na sociedade, daí a importância de ações participativas no processo das políticas públicas desde a identificação até a avaliação das ações implantadas, com objetivo de melhorar as ações praticadas e de alcançar as metas propostas.

Pela complexidade de objetivos, interesses e atores, os formuladores de políticas têm buscado ferramentas que auxiliem na formulação das políticas públicas com o objetivo de torná-las mais abrangentes e efetivas, proporcionando a resolução dos problemas existentes e mudando a realidade local (BASSI; SILVA, 2011). Desta forma, a prospectiva estratégica pode auxiliar na tomada de decisão e nas etapas que resultarão na implementação de ações, principalmente em um sistema complexo, como é o caso do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos.

2.2 RESÍDUOS SÓLIDOS

Esta subseção aborda questões relacionadas aos resíduos sólidos de forma geral.

2.2.1 Definição, classificação e características

O termo “lixo” significa objeto sem valor, utilidade e importância, ou resto de trabalhos industriais, domésticos entre outros que se descarta (HOUAISS; VILLAR, 2010); definição semelhante é apresentada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas.

Porém, este termo está sendo substituído por resíduos, devido à relatividade da característica inservível do lixo, pois aquilo que já não apresenta nenhuma utilidade para quem o descarta, pode se tornar matéria-prima para um novo produto ou processo (MONTEIRO, 2001).

Segundo a United... (2009), os resíduos podem ser reaproveitados ou transformados em outros materiais ou produtos. Em última instância, após passarem por todas as possibilidades de tratamento, devem ser depositados da forma mais adequada em aterros sanitários.

A norma NBR 10.004, define resíduos sólidos como:

Resíduos nos estados sólido e semissólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível (ASSOCIAÇÃO..., 2004, p. 1).

Segundo a Lei 12.305 (BRASIL, 2010a), o resíduo sólido significa material, substância, objeto ou bem descartado resultante das atividades humanas, cuja destinação final se procede 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 técnicas ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível.

De acordo com Monteiro *et al.* (2001), existem várias formas de se classificar os resíduos sólidos. Uma delas é conforme sua periculosidade (Quadro 3), caracterizada pelas suas propriedades físicas, químicas ou infectocontagiosas, apresentando riscos à saúde pública e ao ambiente (ASSOCIAÇÃO..., 2004a).

Classificação	Definição
Classe I - Perigosos	São aqueles que, em função de suas características como de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade, apresentam riscos à saúde pública através do aumento da mortalidade ou da morbidade, ou ainda provocam efeitos negativos ao meio ambiente.
Classe IIA – Não perigosos – Não inertes	Podem possuir propriedades como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.
Classe IIB – Não perigosos - Inertes	Quaisquer resíduos que, quando amostrados de uma forma representativa, segundo a ABNT NBR 10007 (ASSOCIAÇÃO... 2004d), e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, conforme ABNT NBR 10006 (ASSOCIAÇÃO... 2004c), não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor.

Quadro 3 - Classificação dos resíduos sólidos segundo sua periculosidade

Fonte: Associação... (2004a).

Outra classificação é quanto à origem (Quadro 4):

Origem	Descrição
Resíduos domiciliares	Originados das atividades domésticas em residências Urbanas.
Resíduos de limpeza urbana	Originados da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana.
Resíduos sólidos urbanos	Englobam os resíduos domiciliares e de limpeza pública.
Resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços	Gerados pela limpeza urbana, serviços públicos de saneamento básico, serviços de saúde, construção civil e agrossilvopastoris.
Resíduos dos serviços públicos de saneamento básico	Resíduos domiciliares e de limpeza pública.
Resíduos industriais	Gerados nos processos produtivos e instalações industriais.
Resíduos de serviços de saúde	Gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS.
Resíduos da construção civil	Gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis.
Resíduos agrossilvopastoris	Gerados nas atividades agropecuárias e silviculturas, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades.
Resíduos de serviços de transportes	Originados de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira.
Resíduos de mineração	Gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios.

Quadro 4 – Classificação dos resíduos sólidos quanto à origem
Fonte: Brasil (2010a).

Ribeiro e Morelli (2009, p. 27), subsidiados pela legislação em vigor, classificam a responsabilidade dos resíduos por tipo de classe (Quadro 5). O maior volume gerado está relacionado à origem domiciliar e comercial, sendo a prefeitura a responsável pelo gerenciamento. Para as demais origens, o gerador do resíduo é o responsável pelo seu tratamento.

Origem	Possíveis classes	Responsável
Domiciliar	II-A; II-B	Prefeitura
Comercial	II-A; II-B	Prefeitura
Industrial	I; II-A; II-B	Gerador de resíduo
Público	II-A; II-B	Prefeitura
Serviços de saúde	I; II-A; II-B	Gerador de resíduo
Portos, aeroportos e ferrovias	I; II-A; II-B	Gerador de resíduo
Agrícola	I; II-A; II-B	Gerador de resíduo
Construção	II-B	Gerador de resíduo

Quadro 5 – Origem, possíveis classes e responsáveis pela geração dos diversos tipos de resíduos
Fonte: Ribeiro; Morelli (2009, p. 27); Grippi (2006, p. 29).

Monteiro *et al.* (2001) apresentam outras características dos resíduos que influenciam o sistema de limpeza urbana (Quadro 6).

Característica	Importância
Geração per capita	Fundamental para se poder projetar as quantidades de resíduos a coletar e a dispor. Importante no dimensionamento de veículos. Elemento básico para a determinação da taxa de coleta, bem como para o correto dimensionamento de todas as unidades que compõem o Sistema de Limpeza Urbana.
Composição gravimétrica	Indica a possibilidade de aproveitamento das frações recicláveis para comercialização e da matéria orgânica para a produção de composto orgânico. Quando realizada por regiões da cidade, ajuda a calcular com maior precisão a tarifa de coleta e destinação final.
Peso específico aparente	Fundamental para o correto dimensionamento da frota de coleta, assim como de contêineres e caçambas estacionárias.
Teor de umidade	Tem influência direta sobre a velocidade de decomposição da matéria orgânica no processo de compostagem, sobre o poder calorífico e o peso específico aparente do lixo, concorrendo de forma indireta para o correto dimensionamento de incineradores e usinas de compostagem. Influencia diretamente o cálculo da produção de chorume e o correto dimensionamento do sistema de coleta de percolados.
Compressividade	Muito importante para o dimensionamento de veículos coletores, estações de transferência com compactação e caçambas compactadoras estacionárias.
Poder calorífico	Influencia o dimensionamento das instalações de todos os processos de tratamento térmico (incineração, pirólise e outros).
pH	Indica o grau de corrosividade dos resíduos coletados, servindo para estabelecer o tipo de proteção contra a corrosão a ser usado em veículos, equipamentos, contêineres e caçambas metálicas.
Composição química	Ajuda a indicar a forma mais adequada de tratamento para os resíduos coletados.
Relação C:N (carbono: nitrogênio)	Fundamental para se estabelecer a qualidade do composto produzido.
Características Biológicas	Fundamentais na fabricação de inibidores de cheiro e de aceleradores e retardadores da decomposição da matéria orgânica presente no lixo.

Quadro 6 - Influência das características dos resíduos sólidos no planejamento do sistema de limpeza urbana

Fonte: Monteiro *et al.* (2001).

Para a melhor compreensão sobre resíduos sólidos são apresentados (quadro 7) outras definições que envolvem a temática de resíduos sólidos.

Continua

Objeto/ Ação	Definição
Acordo setorial	Contrato firmado entre o poder público e fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes, tendo em vista a implantação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto.
Área contaminada	Local contaminado causado pela disposição, regular ou irregular, de quaisquer substâncias ou resíduos.
Área órfã contaminada	Local contaminado cujos responsáveis pela disposição não sejam identificáveis ou individualizáveis.
Ciclo de vida do produto	Etapas que envolvem o desenvolvimento do produto, a obtenção de matérias-primas e insumos, o processo produtivo, o consumo e a disposição final.
Coleta seletiva	Coleta de resíduos sólidos previamente segregados conforme sua constituição ou composição.

Conclusão

Controle social	Mecanismos e procedimentos que garantam à sociedade informações e participação nos processos de formulação, implementação e avaliação das políticas públicas relacionadas aos resíduos sólidos.
Destinação final ambientalmente adequada	Inserir a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes do Sisnama, do SNVS e do Suasa; entre elas, a disposição final, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos.
Disposição final ambientalmente adequada	Repartição ordenada de rejeitos em aterros, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos.
Geradores de resíduos sólidos	Pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, que geram resíduos sólidos por meio de suas atividades, nelas incluído o consumo.
Gerenciamento de resíduos sólidos	Conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com plano de gerenciamento de resíduos sólidos, exigidos na forma desta Lei.
Gestão integrada de resíduos sólidos	Conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável.
Logística reversa	Instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada.
Padrões sustentáveis de produção e consumo	Produção e consumo de bens e serviços de forma a atender as necessidades das atuais gerações e permitir melhores condições de vida, sem comprometer a qualidade ambiental e o atendimento das necessidades das gerações futuras.
Reciclagem	Processo de transformação dos resíduos sólidos, que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes do Sisnama e, se couber, do SNVS e do Suasa.
Rejeitos	Resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada.
Responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos	Atribuições individualizadas e encadeadas dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, dos consumidores e dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, para minimizar o volume de resíduos sólidos e rejeitos gerados, bem como para reduzir os impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental decorrentes do ciclo de vida dos produtos, nos termos desta Lei.
Reutilização	Aproveitamento dos resíduos sólidos sem sua transformação biológica, física ou físico-química, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes do Sisnama e, se couber, do SNVS e do Suasa.
Serviço público de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos	Composto pelo conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, transbordo, tratamento que possua a triagem para fins de reuso ou reciclagem, de tratamento, inclusive por compostagem, e de disposição final dos resíduos doméstico e do lixo originário da varrição, capina e limpeza de logradouros, vias públicas.

Quadro 7 – Outras definições ligadas aos resíduos sólidos

Fonte: Brasil (2007a); Brasil (2010a).

2.2.2 Aspectos legais

Esta subseção apresenta os principais marcos legais na área de resíduos sólidos urbanos, em especial as legislações mais recentes e relevantes. Segundo a Constituição Federal, promulgada em 1988, “compete à União, aos Estados, ao Distrito Federal e aos Municípios proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer das suas formas”. Cabe ao poder público municipal “legislar sobre os assuntos de interesse local e suplementar a legislação federal e a estadual no que couber” (BRASIL, 1988).

A Lei Federal no 6.938, de 31 de agosto de 1981, dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente (BRASIL, 1981), instituindo uma sistemática de Avaliação de Impacto Ambiental (AIA), para atividades modificadoras ou potencialmente modificadoras da qualidade ambiental. A AIA é caracterizada por conjunto de procedimentos que evitem e minimizem os impactos ambientais de uma determinada atividade (CASTILHOS, 2003).

De acordo com a Fundação... (2012a), atualmente, o tripé legal em que se assenta a análise dos resíduos sólidos são: a Lei 12.305/2010 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010a), a Lei nº 11.107/2005, referente aos Consórcios Públicos (BRASIL, 2005) e a Lei nº 11.445/ 2007, que institui a Política Nacional de Saneamento (BRASIL, 2007a).

A Política Nacional de Consórcios Públicos apresenta as normas gerais para a União, para os Estados, para o Distrito Federal e para os Municípios contratarem consórcios públicos realizarem objetivos de interesse comum. Entre as disposições gerais estão: a celebração de contrato, protocolo de intenções, contrato de rateio, controle e responsabilidades, extinção do consórcio, gestão associada de serviços públicos e o contrato de programa (BRASIL, 2005). Sua regulamentação se dá pelo Decreto nº 6.017 (de 17 de Janeiro de 2007) em que são estabelecidas as normas de implantação e execução da Lei (BRASIL, 2007b).

A Política Nacional de Saneamento Básico apresenta as diretrizes e políticas nacionais para o saneamento básico (BRASIL, 2007a). Sua regulamentação é realizada pelo Decreto nº 7.217 (21 de Junho de 2010), que estabelece normas para a execução da Lei. Especificamente com relação aos resíduos, considera o saneamento básico como um conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, coleta, transporte, transbordo, tratamento e destino final do lixo doméstico e do lixo originário da varrição e limpeza de logradouros e vias públicas (BRASIL, 2010b).

Os princípios fundamentais da Política Nacional de Saneamento Básico são apresentados no quadro 8:

Princípios fundamentais
Universalização ao acesso
Integralidade dos diversos serviços de saneamento básico
Ações de saneamento realizadas de formas adequadas à saúde pública e à proteção do meio ambiente
Disponibilidade de serviços em toda área urbana
Adoção de técnicas, métodos e processos que considerem as peculiaridades regionais e locais
Articulação com as políticas de desenvolvimento regional e urbano (de habitação, de combate à pobreza e de sua erradicação, de proteção ambiental, de promoção da saúde e outras relevantes para vida da sociedade)
Eficiência e sustentabilidade econômica
Utilização de tecnologias apropriadas
Transparência das ações
Controle social (garantir a informação à sociedade bem como sua participação)
Segurança, qualidade e regularidade

Quadro 8 – Princípios fundamentais da Política Nacional de Saneamento Básico
Fonte: Brasil (2007a).

Esta Lei (nº 11.445/ 2007) considera que os resíduos originados pelas atividades comerciais, industriais e de serviços (como por exemplo os gerados nos processos produtivos e instalações industriais, os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas), cuja responsabilidade pelo manejo não seja atribuída ao gerador pode, por decisão do poder público, ser considerado resíduo sólido urbano (BRASIL, 2007a). Para os efeitos desta Lei, o serviço público de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos urbanos é composto pelas seguintes atividades (quadro 9):

Atividades	
Coleta	Transbordo
Transporte	Disposição final
Triagem para fins de reciclagem, compostagem e reuso	
Varrição, capina e poda de árvores em vias e logradouros públicos	
Outros serviços pertinentes à limpeza pública urbana	

Quadro 9 – Atividades do serviço público de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos urbanos
Fonte: Brasil (2007a).

Para a gestão eficaz dos serviços de saneamentos, a Lei apresenta que é necessário contar com o planejamento, a regulação, a fiscalização, a prestação dos serviços, a participação e o controle social como parte integrante desse processo (BRASIL, 2007a).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos dispõe sobre os objetivos, princípios, instrumentos e diretrizes relativas ao gerenciamento de resíduos sólidos e a gestão integrada, prevendo soluções integradas para a coleta seletiva, a recuperação e a reciclagem, o tratamento

e a destinação final. Traz também as responsabilidades dos geradores e do poder público, além dos instrumentos econômicos aplicáveis, definições de atividades relacionadas ao tema, planos nos níveis nacional, estadual e municipal para os resíduos sólidos, e suas proibições (BRASIL, 2010a). Esta lei é regulamentada pelo Decreto nº 7.404 de 23 de Dezembro de 2010 (BRASIL, 2010c).

Dentre seus principais princípios estão (quadro 10):

Princípios
Prevenção e a precaução
Desenvolvimento sustentável
Visão sistêmica (considerando as variáveis: ambiental, social, cultural, econômica, tecnológica e de saúde pública)
Cooperação entre as diferentes esferas do poder público
Responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos
Reconhecimento do resíduo sólido reutilizável e reciclável
Direito da sociedade à informação e ao controle social

Quadro 10 –Princípios da Política Nacional de Resíduos Sólidos
Fonte: Brasil (2010a).

Os principais objetivos da Política Nacional de Resíduos Sólidos são (quadro 11):

Objetivos
Proteger a saúde pública e a qualidade ambiental
Não gerar resíduo
Reduzir
Reutilizar
Reciclar
Tratar os resíduos sólidos
Dispor o resíduo final de forma ambientalmente adequada
Desenvolver e aprimorar tecnologias limpas como forma de minimizar os impactos ambientais
Gerenciar de forma integrada os resíduos sólidos
Capacitar a técnica continuada na área de resíduos sólidos

Quadro 11 – Objetivos da Política Nacional de Resíduos Sólidos
Fonte: Brasil (2010a).

A Lei também conta com a adoção de mecanismos gerenciais e econômicos que possam garantir a sustentabilidade operacional e financeira, além da integração dos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis nas ações que envolvam a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos e o estímulo à implementação da avaliação do ciclo de vida do produto (BRASIL, 2010a).

Como instrumentos da Política Nacional de Resíduos Sólidos, observe-se o destaque para (quadro 12):

Instrumentos
Planos de resíduos sólidos
Coleta seletiva
Sistemas de logística reversa e outras ferramentas relacionadas à implementação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos
Incentivo à criação e ao desenvolvimento de cooperativas ou de outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis
Monitoramento e a fiscalização ambiental, sanitária e agropecuária
Cooperação técnica e financeira entre os setores público e privado para o desenvolvimento de pesquisas de novos produtos, métodos, processos e tecnologias de gestão, reciclagem, reutilização, tratamento de resíduos e disposição final ambientalmente adequada
Educação ambiental entre outros

Quadro 12 – Principais instrumentos da Política Nacional de Resíduos Sólidos

Fonte: Brasil (2010a).

É de incumbência do Distrito Federal e dos Municípios a gestão integrada dos resíduos sólidos gerados, observando a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (BRASIL, 2010a).

A seguir, são apresentados comparativamente os arranjos institucionais, os modelos de gestão e os sistemas de incentivos das Leis de Política Nacional de Consórcios Públicos, Política Nacional de Saneamento Básico e da Política Nacional de Resíduos Sólidos (quadro 13):

Continua

Legislação	Arranjos Institucionais	Forma de Gestão	Sistema de Incentivos
<p>Lei no 12.305/2010 Política Nacional de Resíduos Sólidos</p>	<p>Estabelece a criação de Planos Nacional, Estaduais e Municipais de resíduos sólidos (Art. 15º, 16º e 18º). A Política Nacional de Resíduos Sólidos integra a Política Nacional do Meio Ambiente, articulando-se com a Política Nacional de Educação Ambiental, com a Política Federal de Saneamento Básico, e com a Lei dos Consórcios (Art. 5º). A União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios organizarão e manterão, de forma conjunta, o Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR), articulado com o Sistema Nacional de Informações em Saneamento (Sinisa) e o Sistema Nacional de Informações em Meio Ambiente (Sinima). Esta é uma forma de avaliação das metas no Plano. (Art. 12º). Acordo setorial: firmado entre o poder público e fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes. Podem ter abrangência nacional, regional, estadual ou municipal. (Art.34º)</p>	<p>Prioriza a não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (Art. 9º).</p>	<p>Constitui incentivos fiscais, financeiros e creditícios; Estabelece prioridade, nas aquisições e contratações governamentais, para: produtos reciclados e recicláveis e bens, serviços e obras que considerem critérios compatíveis com padrões de consumo social e ambientalmente sustentáveis (Art. 7º, XI). Incentivos para os estados e municípios elaborarem o plano (o plano é necessário para que os estados e municípios tenham acessos a recursos da União, ou por ela controlados, destinados a empreendimentos e serviços relacionados à gestão de resíduos sólidos, ou para serem beneficiados por incentivos ou financiamentos de entidades federais de crédito ou fomento para tal finalidade) (Artigos 16º e 18º). Municípios que forem consorciados e que tenham adotado a coleta seletiva têm prioridade no acesso aos recursos da União referentes à gestão de resíduos sólidos (Art. 18º). Estabelece que o poder público municipal pode instituir incentivos econômicos aos consumidores que participam do sistema de coleta seletiva, na forma de lei municipal (Art. 35º). Incentivo à criação e ao desenvolvimento de cooperativas ou de outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis. (Art.8º - inciso IV).</p>

Conclusão

Legislação	Arranjos Institucionais	Modelos de Gestão	Sistema de Incentivos
<p>Lei no 11.107/2005 Política de Consórcios</p>	<p>A União somente poderá participar de consórcios de que façam parte os estados de todos os municípios consorciados (art. 1 parágrafo 2º). Transferência de competências (artigo 4º - inciso XI alínea a). Estabelece o peso mínimo dos votos em um para cada participante e estabelece a necessidade de registro prévio, na constituição do consórcio (artigo 4º parágrafo 2º).</p>	<p>Estabelece parâmetros de gestão (Art. 4º - Inciso v – critérios para, autorizar o consórcio público a representar os entes da Federação consorciados perante outras esferas de governo; VI – as normas de convocação e funcionamento da assembleia geral, elaboração, aprovação e modificação dos estatutos do consórcio público; VII – a previsão de que a assembleia geral é a instância máxima do consórcio público e o número de votos para as suas deliberações; VIII – a forma de eleição e a duração do mandato do representante legal do consórcio público que, obrigatoriamente, deverá ser Chefe do Poder Executivo de ente da Federação consorciado. Estabelece a determinação prévia de condições contratuais de prestação de serviços (Art. 4º -inciso XI alínea d). Estabelece a prescrição de critérios técnicos para a cobrança de tarifas (Art. 4º - inciso XI alínea e).</p>	<p>Estabelece a nulidade das contribuições compulsórias (Art. 4º parágrafo 3º). Estabelece a necessidade dotação orçamentária específica, sob pena de exclusão do consórcio (Artigo 8º parágrafo 5º).</p>
<p>Lei no 11.445/2007 – Política Nacional de Saneamento</p>	<p>Os titulares dos serviços públicos de saneamento básico poderão delegar a organização, a regulação, a fiscalização e a prestação desses serviços (Art. 8º). O processo de elaboração e revisão dos planos de saneamento básico deverá prever sua divulgação em conjunto com os estudos que os fundamentarem, o recebimento de sugestões e críticas por meio de consulta ou audiência pública e, quando previsto na legislação do titular, análise e opinião por órgão colegiado (Art. 51º). A união elabora Plano Nacional de Saneamento Básico – PNSB – e os planos regionais de saneamento básico (Art. 52º). Institui o Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico.</p>	<p>Prepara diagnóstico da situação dos resíduos e de seus impactos nas condições de vida, utilizando sistema de indicadores sanitários, epidemiológicos, ambientais e socioeconômicos e apontando as causas das deficiências detectadas; objetivos e metas de curto, médio e longo prazos para a universalização, admitidas soluções graduais e progressivas, observando a compatibilidade com os demais planos setoriais; ações para emergências e contingências; mecanismos e procedimentos para a avaliação sistemática da eficiência e eficácia das ações programadas (Art. 19º). Promove alternativas de gestão que viabilizem a autossustentação econômica e financeira dos serviços de saneamento básico, com ênfase na cooperação federativa (Art. 49º)</p>	<p>Na aplicação de recursos não onerosos da União, será dada prioridade às ações e empreendimentos que visem ao atendimento de usuários ou Municípios que não tenham capacidade de pagamento compatível com a autossustentação econômico-financeira dos serviços, vedada sua aplicação a empreendimentos contratados de forma onerosa (Art. 50º).</p>

Quadro 13 – Comparação das principais Leis sobre Resíduos Sólidos

Fonte: Fundação... (2012a).

Uma comparação dos arranjos institucionais, dos modelos de gestão e dos sistemas de incentivos dos decretos que regulamentam as Leis de Política Nacional de Resíduos Sólidos, Política de Consórcios e da Política Nacional de Saneamento é demonstrada a seguir (quadro 14):

Continua

Legislação	Arranjos Institucionais	Modelos de Gestão	Sistema de Incentivos
Decreto nº 7.404/2010 Regulamenta a Lei Nº 12.305(PNRS)	Sistema de coleta seletiva será implantado pelo titular do serviço público de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos (Art.9º). Para o funcionamento da logística reversa: - Acordos setoriais (natureza contratual): entre Poder Público, fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes (Art.19º). Regulamentos veiculados por decreto editado pelo Poder Executivo (Art.30º) Termos de compromisso: entre Poder Público e fabricantes, distribuidores e comerciantes (Art.32º)	Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos, coordenado pelo MMA. (Art. 3º). Comitê Orientador para Implantação de Sistemas de Logística Reversa (Art. 33º). Na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, deverá ser observada a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (Art.35º).	Poderão ser adotados procedimentos de compra de produtos ou embalagens usadas e instituídos postos de entrega de resíduos reutilizáveis e recicláveis, devendo ser priorizada, especialmente no caso de embalagens pós-consumo, a participação de cooperativas ou outras formas de associações de catadores de materiais recicláveis ou reutilizáveis. Possibilidade de contratação de entidades, cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais recicláveis ou reutilizáveis.
Decreto nº 6.017/2007 Regulamenta a lei Nº 11.107 (Lei de Consórcios)	Os consórcios públicos poderão ter um ou mais objetivos e os entes consorciados poderão se consorciar em relação a todos ou apenas a parcela deles (art. 3º parágrafo 1º).	A personalidade jurídica do consórcio poderá ser tanto de direito público quanto de direito privado. (art. 7º). Estabelece o contrato de rateio para o aporte de recursos no consórcio (artigo 13º). Estabelece a contratação do consórcio para os entes consorciados na modalidade de dispensa de licitação. Estabelece o contrato de programa como uma de suas modalidades.	Estabelece como improbidade administrativa a entrada no contrato de rateio sem recursos orçamentários dotados (art. 13º). Estabelece a preferência na transferência de recursos da união para consórcios públicos (art. 37º). Estabelece que a união só celebrará convênios com base de 2008 através de associações públicas (art.39º).

Conclusão

Legislação	Arranjos Institucionais	Modelos de Gestão	Sistema de Incentivos
Decreto nº 7.217/2010 Regulamenta a Lei nº 11.445 (Saneamento Público)	<p>O processo de planejamento do saneamento básico envolve:</p> <ul style="list-style-type: none"> - o Plano de Saneamento Básico, elaborado pelo titular; - o Plano Nacional de Saneamento Básico (PNSB), elaborado pela União; e- os planos regionais de saneamento básico elaborados pela União, sob a coordenação do Ministério das Cidades (art. 24°). <p>O planejamento dos serviços públicos de saneamento básico atenderá ao princípio da solidariedade entre os entes da Federação, podendo desenvolver-se mediante cooperação federativa.</p> <p>A Política Federal de Saneamento Básico será promovida por órgãos e entidades federais, isoladamente ou em cooperação com outros entes da Federação (art. 53°).</p>	<p>A prestação de serviços públicos de saneamento básico deverá ser realizada com base no uso sustentável dos recursos hídricos (art. 18°).</p> <p>A prestação de serviços públicos de saneamento abrangerá, no mínimo: diagnóstico da situação e de seus impactos nas condições de vida; metas de curto, médio e longo prazos, admitidas soluções graduais e progressivas e observada a compatibilidade com os demais planos setoriais; programas, projetos e ações necessários para atingir os objetivos e as metas, de modo compatível com os respectivos planos plurianuais e com outros planos governamentais correlatos; ações para situações de emergências e contingências; e mecanismos e procedimentos para avaliação sistemática da eficiência e eficácia das ações programadas (art. 25°).</p> <p>A consolidação e compatibilização dos planos específicos deverão ser efetuadas pelo titular, inclusive por meio de consórcio público do qual participe (art. 25°).</p> <p>Estabelece as fases do PNSB (art. 58°).</p>	<p>Admite a regulação (art. 27°).</p> <p>Admite controle social (art. 34°).</p>

Quadro 14 - Comparativo dos decretos que regulamentam as legislações brasileiras

Fonte: Fundação... (2012a).

Outras Leis e normas que possuem relação direta ou indireta com os resíduos sólidos são apresentados a seguir (quadro 15):

Lei/ resoluções e normas técnicas	Descrição
Lei 9.605, de 12 de fevereiro de 1998	Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências (BRASIL, 1998).
Lei 9.974, de 6 de junho de 2000	Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências (BRASIL, 2000).
Lei 10.650, de 16 de abril de 2003	Dispõe sobre o acesso público aos dados e informações existentes nos órgãos e entidades integrantes do Sistema Nacional do Meio Ambiente – Sisnama (BRASIL, 2003).
Resolução Conama n° 237, de 19 de dezembro de 1997	Estabelece norma geral sobre licenciamento ambiental, competências, listas de atividades sujeitas a licenciamento (CONSELHO..., 1997).
Resolução Conama n° 257, de 30 de junho de 1999	Define critérios de gerenciamento para destinação final ambientalmente adequada de pilhas e baterias (CONSELHO..., 1999).
NBR 7500, de 2004	Símbolos de riscos e manuseio para o transporte e armazenamento de materiais (ASSOCIAÇÃO..., 2004a).
NBR 9191, de 2008	Sacos plásticos para acondicionamento do lixo (ASSOCIAÇÃO..., 2008).
NBR 10004, de 2004	Resíduos sólidos – Classificação (ASSOCIAÇÃO..., 2004b).
NBR 10005, de 2004	Lixiviação de resíduos (ASSOCIAÇÃO..., 2004b).
NBR 10006, de 2004	Solubilização de resíduos (ASSOCIAÇÃO..., 2004c).
NBR 10007, de 2004	Amostragem de resíduos (ASSOCIAÇÃO..., 2004d).
NBR 11174, de 1990	Armazenamento de resíduos classe II, não inertes, e III, inertes – Procedimentos (ASSOCIAÇÃO..., 1990).
NBR 13055, de 1993	Sacos plásticos para acondicionamento de lixo – Determinação da capacidade volumétrica (ASSOCIAÇÃO..., 1993).
NBR 13221, de 2010	Transporte de resíduos – Procedimento (ASSOCIAÇÃO..., 2010).
NBR 13463, de 1995	Coleta de resíduos sólidos – Classificação (ASSOCIAÇÃO..., 1995).
NBR 8419, de 1992	Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos (ASSOCIAÇÃO..., 1992).
NBR 13896, de 1997	Aterros de resíduos não perigosos – Critérios para projeto, implantação e operação (ASSOCIAÇÃO..., 1997a).
NBR 8.849, de 1985	Apresentação de projetos de aterros controlados de resíduos sólidos urbanos (ASSOCIAÇÃO..., 1985).
NBR 13894 de 1997	Tratamento no Solo (<i>landfarming</i>) – Procedimento (ASSOCIAÇÃO..., 1997b).

Quadro 15 – Normalização técnica referentes aos resíduos sólidos

Fonte: Castilhos (2003); Monteiro *et al.* (2001).

2.2.3 Resíduos sólidos no Brasil

A questão dos resíduos sólidos no Brasil, caracterizada por ser um grande desafio, devido às consequências negativas geradas por um gerenciamento inadequado, tem sido amplamente discutida na sociedade, envolvendo temas como o saneamento básico, inserção social e econômica dos processos de triagem e reciclagem dos materiais, meio ambiente e aproveitamento energético, buscando soluções para a destinação final dos resíduos. (JUCÁ, 2003).

A geração de resíduos sólidos urbanos no Brasil registrou um crescimento de 1,8%, de 2010 para 2011 e 1,3% de 2011 para 2012, o que representa um percentual superior à taxa de crescimento populacional urbano, que foi de 0,9% (ASSOCIAÇÃO..., 2011; ASSOCIAÇÃO..., 2012). A geração per capita de 2010 para 2011 sofreu um aumento de 0,8%, o que representa um total de 381,6 quilos de resíduos por habitante por ano (ASSOCIAÇÃO..., 2011), ou seja, cerca de 1,04 quilos de resíduos por habitante/dia. De 2011 para 2012 este aumento foi de 0,4%, representando 383,2 quilos de resíduos produzidos por habitante no ano de 2012 (ASSOCIAÇÃO..., 2012).

Em 2011, a quantidade coletada por dia cresceu em todas as regiões em comparação com os dados de 2010 (quadro 16), sendo a região sudeste a responsável por mais de 50% dos RSU coletados (ASSOCIAÇÃO..., 2011).

Região	2010 - RSU Total (t/dia)	2011 - RSU Total (t/dia)	Porcentagem
Norte	10.623	11.360	6%
Nordeste	38.118	39.092	22%
Centro-Oeste	13.967	14.449	8%
Sudeste	92.167	93.911	53%
Sul	18.708	19.183	11%
Brasil	173.583	177.995	100%

Quadro 16 - Comparação da geração de RSU entre 2010 e 2011 das regiões brasileiras

Fonte: Associação... (2011).

No Brasil, os serviços de manejo de resíduos urbanos estão distantes de serem equacionados. Porém, verifica-se uma melhoria de alguns serviços como, por exemplo, a coleta de resíduos domiciliares na zona urbana (JACOBI; BESEN, 2011). A coleta regular dos resíduos sólidos tem sido o principal foco da gestão de resíduos sólidos nos últimos anos. O crescimento da taxa de cobertura, alcançou em 2009 aproximadamente 90% do total dos domicílios, sendo que na área urbana a coleta superou o índice de 98% e 33% nos domicílios

localizados nas áreas rurais (BRASIL, 2012). No quadro 17 é apresentada a taxa de cobertura total e urbana nas capitais brasileiras, incluindo Brasília.

Cidade	UF	Taxa de cobertura da coleta de resíduos domiciliares em relação à população total	Taxa de cobertura da coleta de resíduos domiciliares em relação à população urbana
Rio Branco	AC	91,8%	100%
Maceió	AL	99,9%	100%
Manaus	AM	95,2%	95,71%
Macapá	AP	97,1%	100%
Salvador	BA	91,9%	92%
Fortaleza	CE	100%	100%
Brasília	DF	98,3%	100%
Vitória	ES	100%	100%
Goiânia	GO	99,6%	100%
São Luís	MA	90%	95,29%
Belo Horizonte	MG	95%	95%
Campo Grande	MS	98,6%	100%
Cuiabá	MT	94,7%	96,55%
Belém	PA	97%	97,84%
João Pessoa	PB	97,8%	98,27%
Recife	PE	100%	100%
Teresina	PI	94,7%	100%
Curitiba	PR	100%	100%
Rio de Janeiro	RJ	100%	100%
Natal	RN	97,6%	97,61%
Porto Velho	RO	95,7%	100%
Boa Vista	RR	97,7%	100%
Porto Alegre	RS	100%	100%
Florianópolis	SC	100%	100%
Aracaju	SE	100%	100%
São Paulo	SP	100%	100%
Palmas	TO	87,4%	90%

Quadro 17 – Taxa de cobertura de coleta total e urbana nas capitais brasileiras no ano de 2010

Fonte: Sistema... (2010).

Demonstra-se a quantidade de Resíduos Sólidos Urbanos coletados diariamente e sua proporção relativa ao número de habitantes nas capitais brasileiras no quadro 18.

Continua

Capital	UF	População urbana 2011	Quantidade RSU Coletada (t/dia)	Quantidade RSU Coletada (Kg/hab. dia⁻¹)
Rio Branco	AC	314.390	240	0,763
Maceió	AL	942.478	1.023,7	1,086
Manaus	AM	1.823.163	2.439,4	1,338
Macapá	AP	389.658	381,5	0,979
Salvador	BA	2.692.869	3.679,5	1,366

Conclusão

Capital	UF	População urbana 2011	Quantidade RSU Coletada (t/dia)	Quantidade RSU Coletada (Kg/hab. dia ⁻¹)
Fortaleza	CE	2.476.589	3.650	1,474
Brasília	DF	2.521.692	4.031	1,599
Vitória	ES	330.526	342	1,035
Goiânia	GO	1.313.164	1.694,4	1,290
São Luís	MA	970.224	1.075,2	1,108
Belo Horizonte	MG	2.385.639	2.990,8	1,254
Campo Grande	MS	785.581	828,4	1,055
Cuiabá	MT	545.857	570	1,044
Belém	PA	1.390.780	1.788,6	1,286
João Pessoa	PB	730.393	786,5	1,077
Recife	PE	1.546.516	1.995	1,290
Teresina	PI	775.247	835,7	1,078
Curitiba	PR	1.764.540	2.175,4	1,233
Rio de Janeiro	RJ	6.355.949	8.263	1,300
Natal	RN	810.780	1.008	1,243
Porto Velho	RO	399.424	379,5	0,950
Boa Vista	RR	284.089	534,7	1,882
Porto Alegre	RS	1.413.094	1.635,5	1,157
Florianópolis	SC	411.107	450,1	1,095
Aracaju	SE	579.563	592	1,021
São Paulo	SP	11.196.263	14.261,3	1,274
Palmas	TO	228.543	240	1,050

Quadro 18 – Coleta de RSU nas capitais brasileiras

Fonte: Associação... (2011).

Com relação à composição gravimétrica dos resíduos (gráfico 1), existe o predomínio dos resíduos orgânicos, representando 51,4% do total. O material reciclável representa 31,9%, enquanto outros materiais como borracha, couro, tecidos entre outros, representam 16,7%. O gráfico 2 apresenta a composição dos resíduos recicláveis, com o predomínio do plástico, papel, papelão e Tetra Pak.

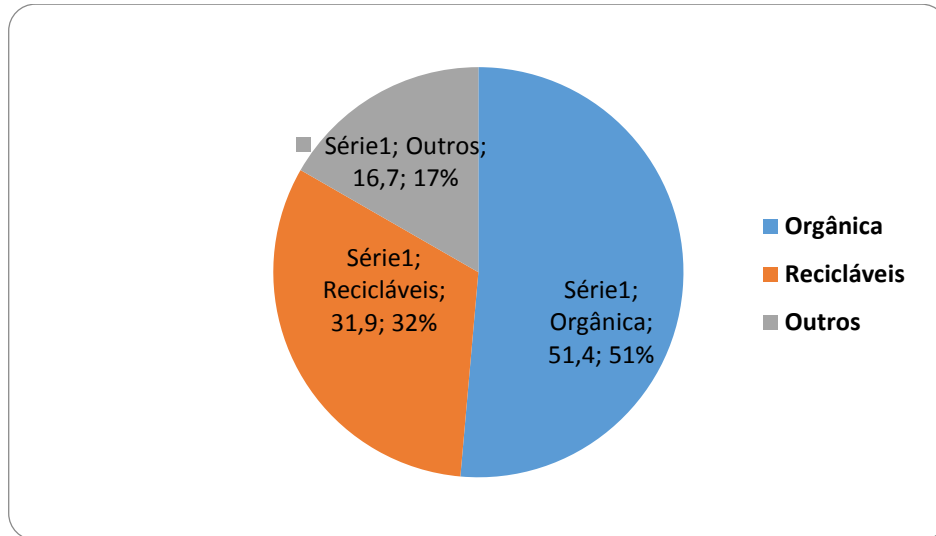


Gráfico 1 – Composição gravimétrica dos resíduos sólidos brasileiros
Fonte: Brasil (2012).

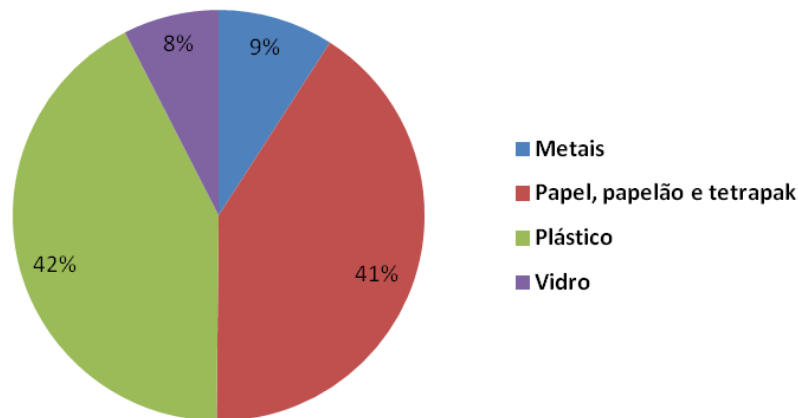


Gráfico 2 – Composição dos resíduos recicláveis
Fonte: Brasil (2012).

Entre os materiais reciclados, o alumínio possui o maior destaque, com índice de reciclagem acima de 90%; os demais materiais, com a exceção das embalagens longa vida (Tetra Pak e cartonados), possuem índice de reciclagem que variam de 45% a 55% (quadro 19). Todos possuem uma tendência de aumento ou estabilidade (INSTITUTO..., 2010b).

Ano	Latas de alumínio	Papel	Vidro	Embalagens PET	Latas de aço	Embalagem longa vida
2008	91,5%	43,7%	47%	54,8%	46,5%	26,6%

Quadro 19 - Proporção de material reciclado em atividades industriais selecionadas
Fonte: Instituto... (2010b).

Segundo a Pesquisa de Saneamento Básico de 2008 (INSTITUTO..., 2010a), os primeiros programas de coleta seletiva e reciclagem dos resíduos sólidos começaram em

meados da década de 1980, no Brasil. A pesquisa realizada em 1989 apontou que existiam, até então, 58 programas de coleta seletiva. Atualmente, estas ações alcançaram um total de 994 programas, avanço que ocorreu principalmente nas regiões Sudeste e Sul.

Os vazadouros a céu aberto, também conhecidos como lixões, são áreas de disposição final de resíduos que não possuem nenhum sistema de tratamento de efluentes líquidos, comprometendo o solo e o lençol freático. Correspondem à maior forma de disposição final dos resíduos sólidos, presentes em 50,8% dos municípios brasileiros. O aterro controlado possui um sistema que minimiza o mau cheiro, evitando a proliferação de animais e insetos. No entanto, não conta com a impermeabilização do solo, nem com sistema de tratamento de biogás ou chorume, correspondendo à 22,5% da disposição final brasileira. A forma mais adequada de disposição, o aterro sanitário, conta com a impermeabilização do solo, com selamento da base por meio de mantas de PVC e de argila, possuindo captação e tratamento do chorume e dos gases provenientes da decomposição dos resíduos. Esta forma de disposição está presente em 27,7% do território brasileiro (INSTITUTO..., 2010).

Segundo a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico de 2008 (INSTITUTO..., 2010a), a competência sobre o gerenciamento de resíduos sólidos está dividida da seguinte forma: 4,3% em entidades organizadas sob a forma de autarquias, empresas públicas, sociedades de economia mista e consórcios; 34,5% em empresas privadas sob o regime de concessão pública ou terceirização, e 61,2% estão vinculadas à administração direta do poder público. O gráfico 3 apresenta esta composição entre as cinco regiões do país.

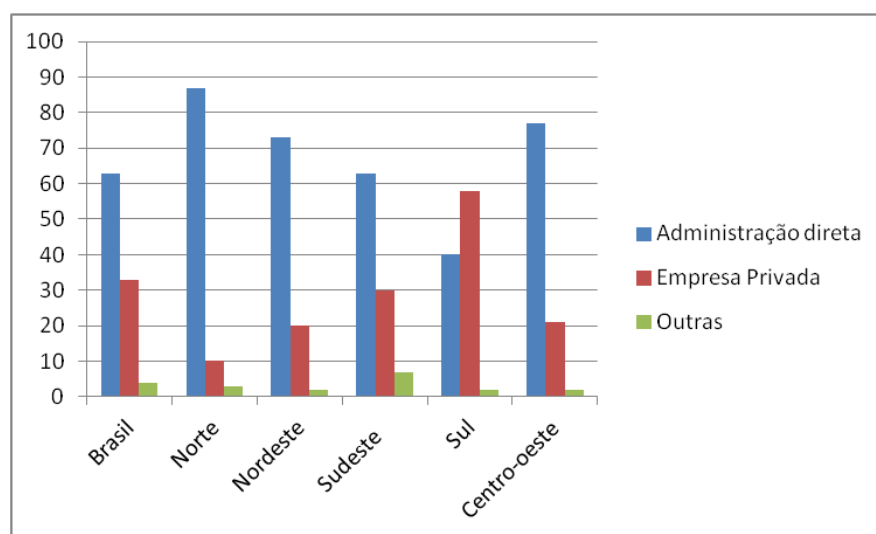


Gráfico 3 – Prestadores de serviço de manejo de resíduos por regiões brasileiras
 Fonte: Instituto... (2010a).

Quanto às formas de administração, seus arranjos institucionais podem ser (quadro 20):

Administração	Definição dos arranjos institucionais
Terceirização	Consolida o conceito próprio da administração pública, qual seja, de exercer as funções prioritárias de planejamento, fiscalização e coordenação, podendo deixar a operação propriamente dita sob a administração das empresas privadas. A terceirização de serviços pode ser manifestada em diversas escalas, desde a contratação de empresas específicas, até a contratação de trabalhadores autônomos ou microempresas, exercendo diferentes funções dentro de um sistema complexo, como é o caso do gerenciamento integrado de resíduos sólidos.
Concessão	A concessionária planeja, organiza, executa e coordena o serviço, podendo inclusive terceirizar operações e arrecadar os pagamentos referentes à sua remuneração, diretamente junto ao usuário/beneficiário dos serviços. Necessita de uma legislação específica. Geralmente, as concessões são objeto de contratos de longo prazo com vistas à garantia ao retorno dos investimentos realizados.
Consórcio	Caracteriza-se como um acordo entre os municípios, com o objetivo de alcançar metas comuns previamente estabelecidas. Para tanto, recursos dos municípios integrantes, sejam humanos, sejam financeiros, são reunidos sob a forma de um consórcio, a fim de viabilizar a implantação de ação, programa ou projeto desejado.
Parceria Público-Privada (PPP)	Os novos arranjos interorganizacionais são baseados no arcabouço jurídico das leis de Parceria Público-Privada, obrigando os parceiros a apresentarem um desempenho produtivo que satisfaça as expectativas tanto dos <i>stakeholders</i> internos como dos externos ao empreendimento. Surge devido à necessidade de o poder público obter recursos para dar conta das crescentes demandas públicas de serviços de boa qualidade com baixo custo, e, ao mesmo tempo, tornar atrativos os negócios de PPP para os parceiros privados em termos de lucratividade e de garantia de retorno dos investimentos.

Quadro 20 - Formas de administração e seus arranjos institucionais

Fonte: Fundação... (2012a).

2.2.4 Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos

Uma gestão de resíduos sólidos inclui as medidas destinadas a reduzir os resíduos e seus efeitos adversos sobre o ambiente (ZURBRÜGG, 2003). O objetivo da gestão sustentável de resíduos é lidar com o lixo da sociedade de forma ambientalmente eficiente, economicamente viável e socialmente aceitável (THOMAS; MCDUGALL, 2005).

Uma redução substancial no volume final poderia ser alcançada, se grande parte dos resíduos fossem desviados para a recuperação de recursos e materiais. O material e os recursos recuperados poderiam ser utilizados para gerar receitas para financiar a gestão dos resíduos, constituindo, assim, um sistema de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (GIRS) com base no princípio dos 3Rs (reduzir, reutilizar e reciclar) (UNITED..., 2009).

O conceito de gestão integrada de resíduos combina os fluxos de resíduos com a coleta de lixo, os métodos de tratamento e disposição (THOMAS; MCDUGALL, 2005).

Para Zanta e Ferreira (2003), o gerenciamento de resíduos sólidos urbanos deve ser integrado, ou seja, com os tratamentos reciclagem, compostagem, combustão interconectados com a prevenção dos resíduos e a deposição em aterros sanitários, interagindo entre si tornando-se um processo só, como na figura 1:

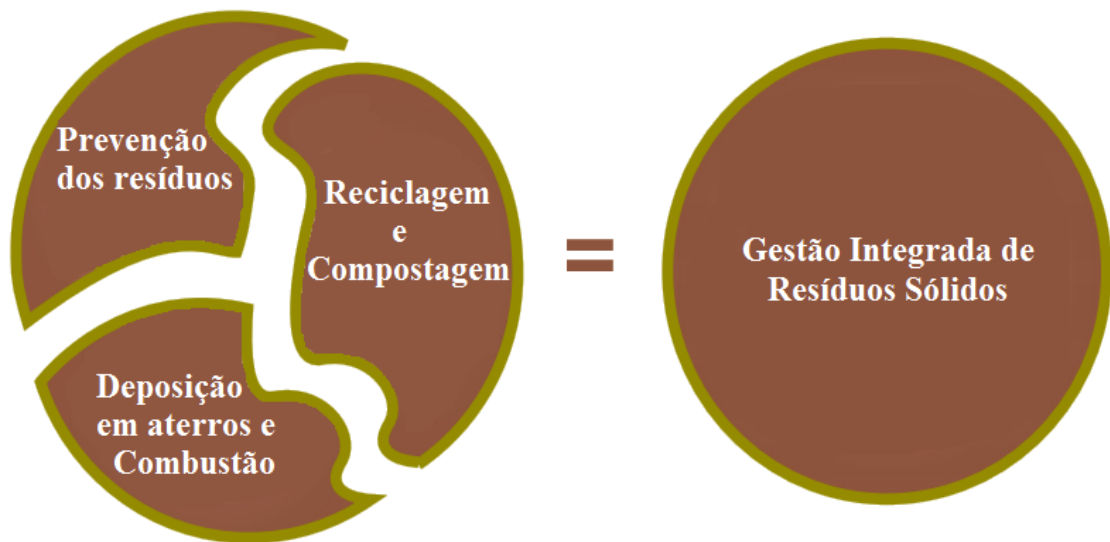


Figura 1 – Gerenciamento Integrado de Resíduo Sólido
Fonte: Environmental... (2002).

Segundo Puna e Baptista (2008), o Sistema de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos atua em duas fases importantes: a primeira é a coleta e a segunda é o tratamento seguido da deposição final. O tratamento e deposição final de RSU engloba a existência de unidades de valorização, tratamento (com recuperação de matéria e/ou de energia) e deposição controlada. Este conjunto de ações pressupõe a hierarquia definida na figura abaixo (figura 2), no que concerne à gestão de quaisquer resíduos sólidos.

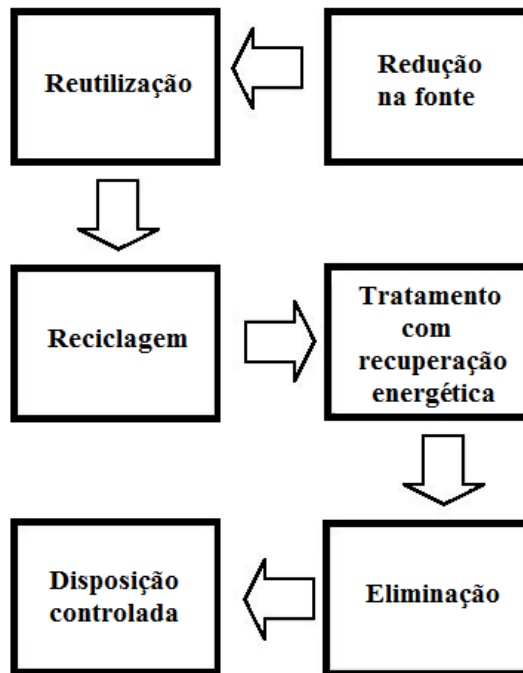


Figura 2 – Hierarquia das etapas para o gerenciamento de resíduos sólidos
Fonte: Puna; Baptista (2008).

De acordo com Othman *et al.* (2012), uma hierarquia de resíduos é muitas vezes sugerida e utilizada na elaboração de políticas de tratamento para a gestão de resíduos sólidos. Existem diversas versões de hierarquias de tratamento de resíduos sólidos, uma já demonstrada por Finnveden *et al.* (2005), sendo esta (figura 3), uma das mais acessíveis (OTHMAN *et al.*, 2012).



Figura 3 – Hierarquia para o gerenciamento de resíduos sólidos
Fonte: Finnveden *et al.* (2005).

Uma das abordagens mais importantes na hierarquia dos resíduos é identificar as áreas em que devem ser tomadas medidas específicas. Aspectos técnicos, ambientais e econômicos devem ser avaliados criticamente para demonstrar o desempenho de alternativas de gestão no processo de tomada de decisões (BANAR *et al.*, 2009).

Para cada uma das atividades (coleta, transporte, tratamento e disposição final) realizadas dentro do gerenciamento integrado, existe a necessidade de um planejamento cuidadoso, com metas e objetivos alcançáveis, pois estão envolvidas escolhas de curto até longo prazo, além de outros fatores como o institucional, o social, o financeiro, o econômico, o técnico e o ambiental. O governo possui um papel importante no desenvolvimento e aplicação de normas de gestão de resíduos, concessão de financiamento e gestão diária (UNITED..., 2002).

O desenvolvimento e a implementação de um gerenciamento integrado exigem também dados detalhados sobre o presente e a antecipação da situação dos resíduos, das estruturas políticas de apoio, do conhecimento e da capacidade de desenvolver planos/sistemas, do uso adequado de tecnologias ambientalmente saudáveis e instrumentos financeiros adequados para apoiar a sua implementação (UNITED..., 2009). Considerando todos esses fatores, questões e passos a serem investigados, a Agência Norte Americana de Proteção Ambiental criou o quadro a seguir (quadro 21).

Continua

Fatores	Questões a considerar	Passos a tomar
Institucional (Leis e processos)	Existem leis e políticas adequadas para permitir que o governo implante uma gestão integrada de resíduos sólidos?	<ul style="list-style-type: none"> - Estabelecer uma política nacional e leis sobre o padrão e prática do gerenciamento de resíduos sólidos; - Identificar papéis e responsabilidades de cada nível de governo; - Garantir um local de governo que tenha autoridade e recursos para implantar um plano de gerenciamento integrado de resíduos sólidos.
Social (costumes locais, práticas religiosas e educação)	Que tipos de resíduos a população gera e como geri-los?	<ul style="list-style-type: none"> - Encorajar os cidadãos a participarem em todas as fases do planejamento do gerenciamento de resíduos, contribuindo para a conscientização e aceitação da comunidade.
Financeiro (captação financeira)	Onde obter recursos para a criação de um sistema de gestão de resíduos sólidos?	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar fontes que podem fornecer financiamento para a gestão de resíduos sólidos, incluindo receitas gerais ou taxas de utilização, como o setor privado, o governo ou agências internacionais.

Fatores	Questões a considerar	Passos a tomar
Economia (custos e criação de trabalho)	Qual será o custo para implementar várias atividades de gestão de resíduos?	- Calcular as necessidades de investimento de capital inicial e os custos de manutenção, associados com as várias atividades de gestão de resíduos operacionais e de longo prazo; - Avaliar a condição de o público pagar; - Avaliar atividades baseadas na eficácia no tratamento de resíduos e potencial de criação de emprego.
Técnico (localização e equipamento)	Onde construir instalações e quais equipamentos utilizar?	- Incluir fatores geológicos, distância, transporte e projeção de geração de resíduos; - Determinar quais equipamentos e treinamentos serão necessários para as tarefas de gerenciamento.
Ambiental (recursos naturais e saúde humana)	Como as atividades dentro da gestão irão afetar o ambiente?	- Estabelecer procedimentos para verificar a proteção do solo e da água. - Fiscalizar o cumprimento das normas nacionais, para garantir que os riscos para a saúde humana sejam minimizados.

Quadro 21 – Questões e passos a considerar antes de desenvolver um plano de gerenciamento integrado de resíduos sólidos.

Fonte: United... (2002).

Para o Programa Ambiental das Nações Unidas (UNITED..., 2009), o conceito de gestão integrada de resíduos sólidos possui três perspectivas. A primeira está relacionada com a avaliação do ciclo de vida de um produto desde a sua produção até seu consumo (figura 4). A redução do consumo e a utilização de produtos descartados no sistema de produção substitui novos recursos, podendo levar à redução da geração de resíduos no fim do ciclo. Desta forma, menos esforços e recursos seriam necessários para a disposição final dos resíduos (UNITED..., 2009).

De acordo com Othman *et al.* (2012), a avaliação do ciclo de vida precisa ser realizada para avaliar, identificar e diagnosticar possíveis melhorias na redução e controle dos impactos criados durante as práticas do gerenciamento dos resíduos sólidos.

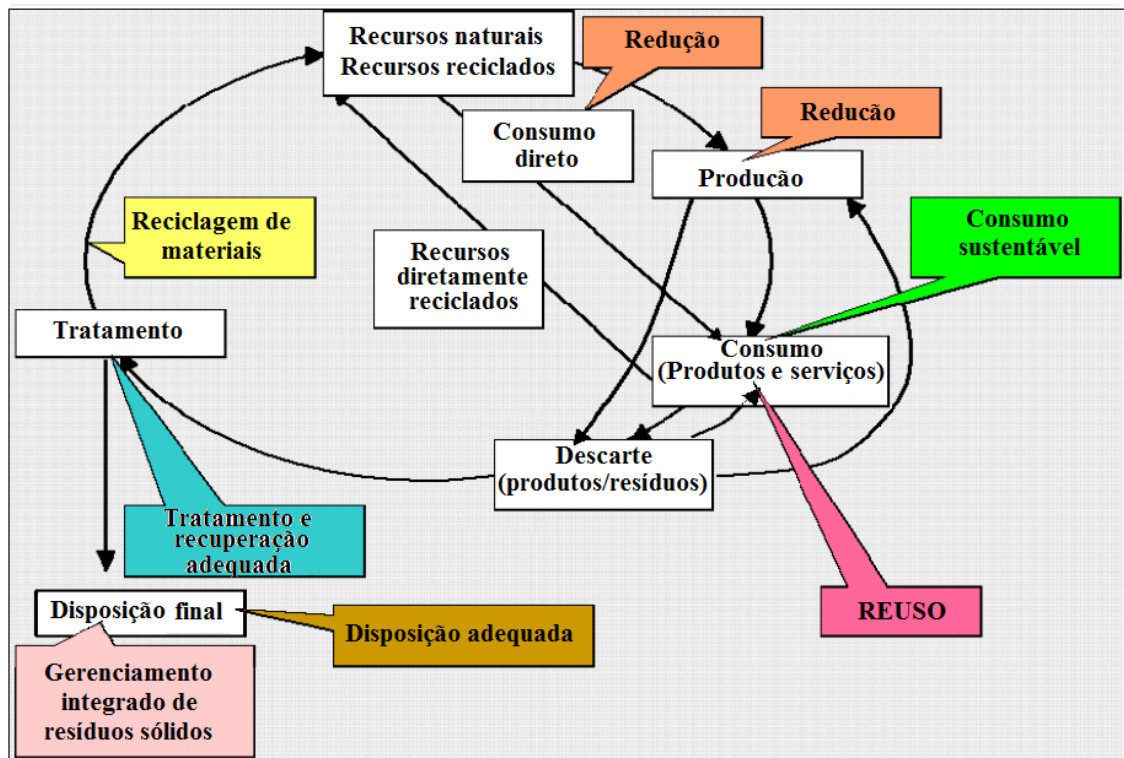


Figura 4 – Gerenciamento integrado de resíduos sólidos baseado no ciclo de vida do produto
 Fonte: United... (2009).

O segundo conceito de gerenciamento integrado de resíduos sólidos é baseado na geração com base em diferentes fontes (doméstico, comercial, industrial e agrícola). Estes resíduos podem ser classificados como resíduos perigosos e não perigosos (figura 5). Os perigosos necessitam ser segregados na fonte e tratados para eliminação de acordo com as normas. A abordagem 3Rs (reduzir, reutilizar e reciclar) é aplicável tanto na fonte, bem como nos diferentes níveis da cadeia de gestão de resíduos sólidos, incluindo coleta, transporte, tratamento e disposição (UNITED..., 2009).

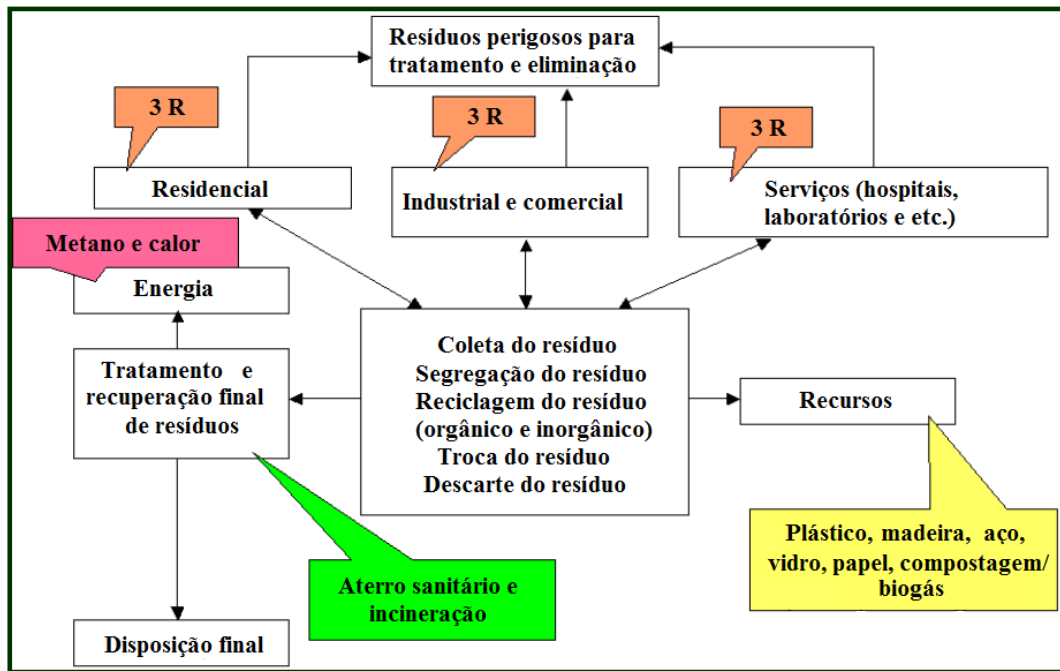


Figura 5 - Gerenciamento integrado de resíduos sólidos baseado na geração com base em diferentes fontes
Fonte: United... (2009).

O terceiro conceito de gerenciamento integrado de resíduos sólidos é baseado em sua administração (figura 6). Inclui regulamentos, leis, instituições, mecanismos financeiros, tecnologia, infraestrutura e o papel dos vários atores na cadeia de gestão de resíduos sólidos (UNITED..., 2009).

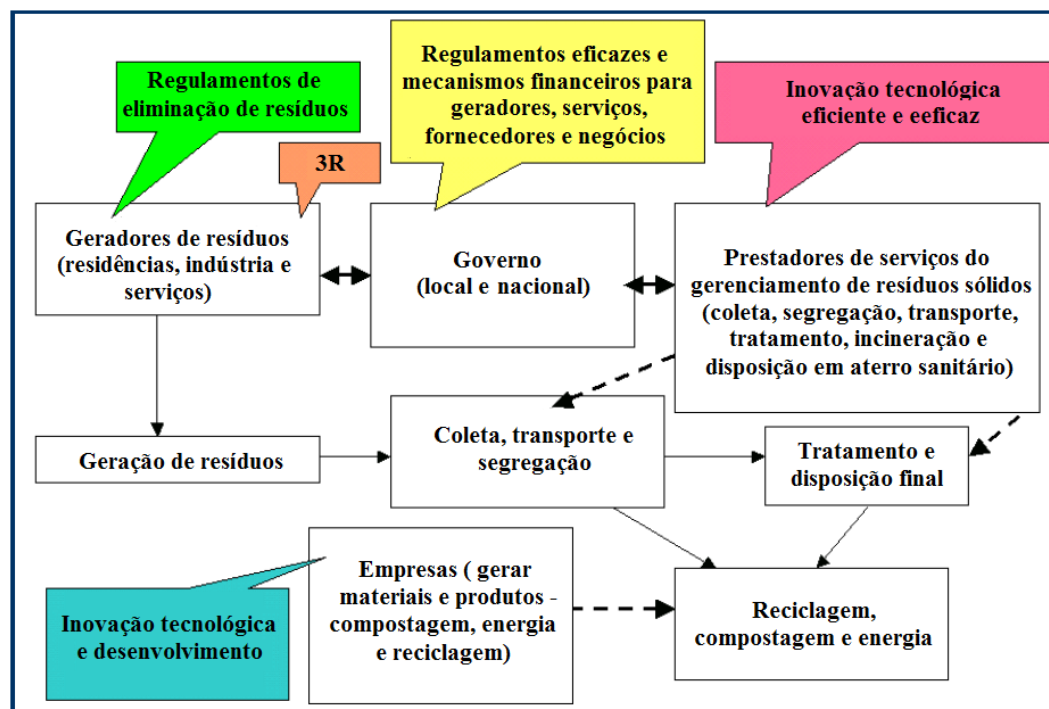


Figura 6 - Gerenciamento integrado de resíduos sólidos baseado em sua administração
Fonte: United... (2009).

Outra definição de gestão integrada de resíduos sólidos pode ser definida como a seleção e a aplicação de técnicas, tecnologias e programas de gestão adequados que busquem objetivos e metas específicos (KREITH; TCHOBANOGLOUS, 2002).

Técnicas de análise de sistemas têm sido aplicadas para lidar com fluxos de resíduos sólidos, por meio de uma série de metodologias integradoras nas últimas décadas. Um total de cinco modelos de engenharia de sistemas e nove instrumentos de avaliação foram classificados (figura 7), para guiar os desafios, tendências e perspectivas (PIRES; MARTINHO; CHANG, 2012).

Os modelos de engenharia de sistemas são constituídos pela análise de custo e benefício (ACB), pelos modelos de previsão (MP), pelos modelos de simulação (MS), pelos modelos de otimização (MO) e pelo sistema integrado de modelagem (SIM). Os modelos de otimização são observados, na figura x, como a programação linear (PL), programação inteira mista (PIM), a programação não-linear (PNL) e os modelos de programação dinâmica (PD) perspectivas (PIRES; MARTINHO; CHANG, 2012).

As ferramentas de avaliação do sistema incluem o sistema de gerenciamento de informações (SGI), o sistema de apoio à decisão (SAD), o sistema especialista (SE), o desenvolvimento de cenários (DC), a análise do fluxo de materiais (AFM), a avaliação do ciclo vida (ACV), a avaliação de risco (AR), a avaliação de impacto ambiental (AIA), a avaliação ambiental estratégica (AAE), a avaliação socioeconômica (ASe) e a avaliação sustentável (AS) (PIRES; MARTINHO; CHANG, 2012).

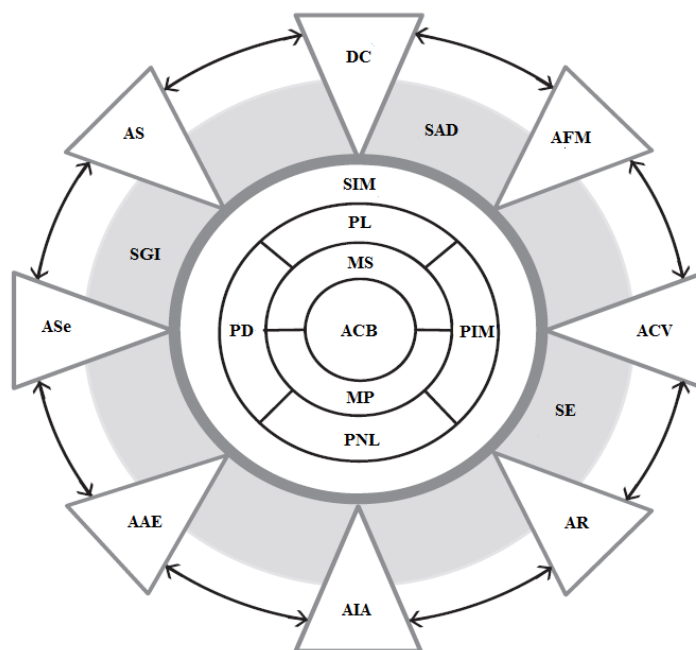


Figura 7 - O centro de tecnologia para gestão de resíduos sólidos
 Fonte: Chang *et al.* (2009).

A contribuição para o gerenciamento de resíduos sólidos e a descrição dos modelos de engenharia pode ser observada no quadro 22:

Tipos de modelos de engenharia de sistemas	Descrição	Contribuição para o gerenciamento de resíduos sólidos
Análise do custo benefício	Avalia os efeitos positivos e negativos, físicos e econômicos de forma independente ou simulação de apoio e modelos de otimização para a análise dos sistemas.	Modelos de e custo benefício bem definidos pode traduzir aspectos ambientais em termos econômicos. No entanto, os efeitos externos geracionais são muito difíceis de tratar.
Modelo de otimização	Alcança a melhor solução entre as inúmeras alternativas, considerando-se um ou vários objetivos.	Pode resolver as seguintes questões: - planejamento de uma rede, - investimentos em diversos períodos, - tamanho e local das instalações, - gerenciar infraestruturas, como o aterro.
Simulação	Traça as longas cadeias de eventos contínuos ou discretos, baseado em causa e efeito. Descreve as relações de operações em sistemas complexos, ajudando a investigar o comportamento dinâmico do sistema.	Desenvolvimento de diversos programas.
Previsão	Caracteriza fluxos de resíduos quantitativa e qualitativamente e constrói um sistema de informações gerenciais que acumula informações para prever a geração de resíduos.	Modelos relacionados com as seguintes variáveis: população, nível de renda, total das despesas de consumo, produto interno bruto, produção, tamanho da família, a estrutura etária, indicadores de saúde, taxas de carga para eliminação de resíduos, valor histórico gerado entre outros.
Sistema integrado de modelagem	Melhora as ligações sinérgicas entre diferentes modelos.	O modelo fornece: - informação dinâmica da geração de resíduos e transporte de resíduos, - padrões de expansão de capacidade ideais para transformação de resíduos em energia, - instalações de aterro ao longo do tempo.

Quadro 22 – Tipos de modelos de engenharia de sistemas, definições e contribuição para o gerenciamento de resíduos sólidos.

Fonte: Pires; Martinho; Chang (2012).

A contribuição para o gerenciamento de resíduos sólidos e a descrição das ferramentas de avaliação podem ser vista no quadro 23:

Continua

Ferramentas de avaliação do sistema	Descrição	Contribuição para o gerenciamento de resíduos sólidos
Sistema de gerenciamento de informações, sistema de apoio à decisão e os sistemas especialistas	Consiste em diferentes métodos aplicados para trocar e gerenciar informações. Usado para ajudar na tomada de decisão.	Tem sido aplicado: - Para fornecer armazenamento e transmissão de informações, - apoio à decisão específica, - relaciona a caracterização de fluxo de resíduos com implicações no transporte, transformação e eliminação.
Desenvolvimento de cenários	Cria sequências hipotéticas de eventos construídos com a finalidade concentrar a atenção em processos causais e pontos de decisão.	Tem a capacidade de explorar eventos (políticas e tomadas de decisões), que pode ocorrer associada com a gestão resíduos sólidos em uma escala temporal. Contribui com a evolução de cenário para as tendências futuras de estilo de vida e previsões com base em cenários de estilo de relacionados com a composição dos resíduos.
Análise de fluxo de material	Consiste de uma avaliação sistemática dos fluxos e estoques de materiais dentro de um sistema definido no espaço e no tempo	Desenvolvimento de <i>softwares</i> .
Avaliação do ciclo de vida	Consiste em um processo de avaliação de danos ambientais associados a um produto, processo ou atividade, por meio da identificação e quantificação da energia e materiais utilizados, resíduos e emissões liberadas para o meio ambiente.	Diversos modelos desenvolvidos.
Avaliação de risco	Relaciona o risco de acidentes ambientais e com a saúde humana quantitativamente, através de uma avaliação estatística.	Ajuda na avaliação de sistemas de gerenciamento de resíduos sólidos transversais.
Avaliação de impacto ambiental	Visa assegurar que o processo de tomada de decisões relativas às atividades, possam levar em conta os aspectos ambientais.	Resolução de questões polêmicas, escolha técnica e para justificar a escolha da tecnologia de redução de emissões. Rejeição de projeto. Na Europa, a AIA é obrigatório para os aterros e instalações de incineração no que diz respeito aos limites de capacidade por meio de normas.
Avaliação ambiental estratégica	Avaliação ambiental de uma ação estratégica como uma política, um plano ou um programa.	É aplicada na União Europeia, enfatizada por uma diretiva, obrigando a promoção e elaboração de uma AAE para planos de gerenciamento de resíduos sólidos.
Avaliação socioeconômica	Consiste em práticas computacionais que se aplicam integrado ao mercado e/ou requisitos de política/regulamentação para gerenciamento de resíduos.	Tem permitido a inclusão de taxas de utilização, taxas de deposição em aterro, créditos de reciclagem, encargos de produtos, sistemas de reembolso de depósitos, e esquemas de responsabilidade do produtor na tomada de decisão em sistemas de gerenciamento de resíduos, promovendo uma gestão mais sustentável.

Ferramentas de avaliação do sistema	Descrição	Contribuição para o gerenciamento de resíduos sólidos
Avaliação sustentável	Refere-se à integração de diversas metodologias, com o intuito de obter uma análise, avaliação ou um planejamento que aproxime vários aspectos de gerenciamento, dos quais implicações sustentáveis podem ser enfatizadas e aclaradas.	Avaliação de sistemas de gerenciamento contribui para alcançar um gerenciamento sustentável, focado sobre diferentes aspectos. Desenvolvimento de modelos e métodos que, combinados, têm alcançado a sustentabilidade.

Quadro 23 – Ferramentas de avaliação do sistema, definições e contribuição para o gerenciamento de resíduos sólidos.

Fonte: Pires; Martinho; Chang (2012).

Outras estratégias e modelos que levam em conta elementos e considerações demonstradas acima, são apresentados a seguir.

Nunesmaia (2002) apresenta um fluxograma baseado na redução dos resíduos com base nas fontes geradoras, tendo como suporte para a gestão integrada de resíduos os seguintes pontos: o econômico, o ambiental, o social, a comunicação/educação ambiental e o desenvolvimento de linhas de tratamento/valorização de resíduos (figura 8).

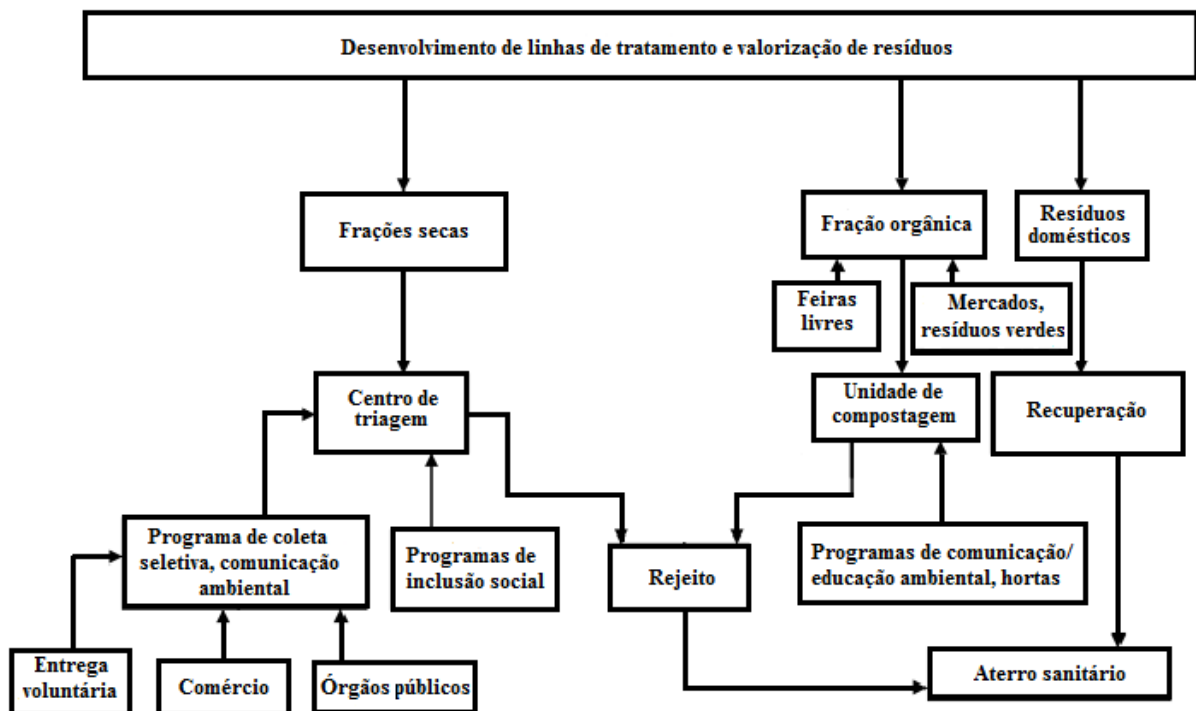


Figura 8 – Redução de resíduos com base nas fontes geradoras.

Fonte: Adaptado de Nunesmaia, (2002).

Zanta e Ferreira (2003) apresentam, na figura 9, um modelo similar ao de Nunesmaia (2002).

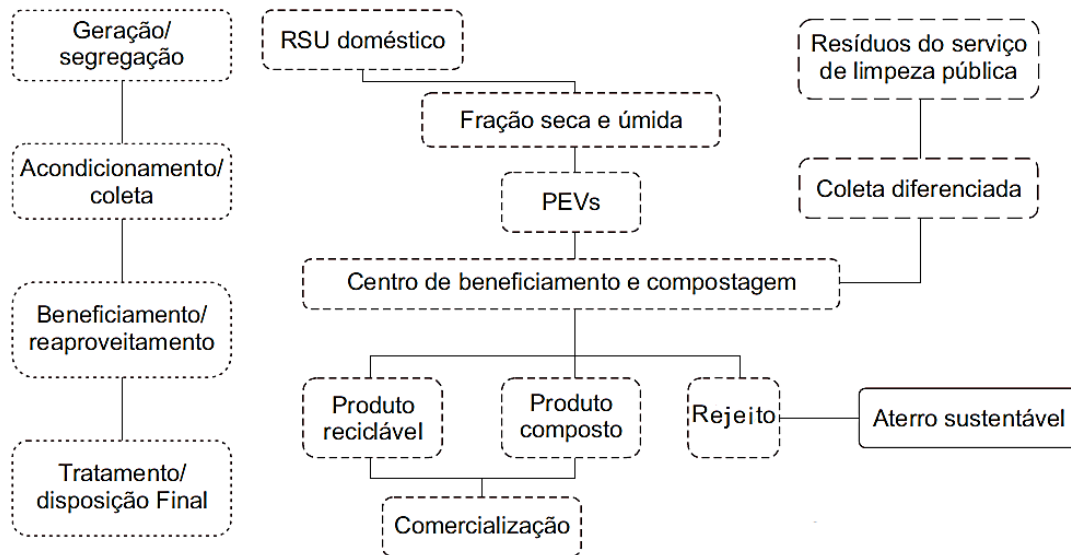


Figura 9 – Atividades operacionais relacionadas aos resíduos sólidos domésticos e de limpeza pública
Fonte Zanta; Ferreira, (2003).

Tchobanoglous e Kreith (2002) propõem nove estratégias para o gerenciamento (figura 10). Na primeira estratégia, o Resíduo Sólido Urbano (RSU) é direcionado para uma usina de reciclagem e combustão. Posteriormente, as cinzas e tudo aquilo que não pode ser reaproveitado ou incinerado é direcionado para o aterro sanitário.

Na segunda estratégia, o RSU é destinado para uma instalação de preparação para obtenção de energia com base nos resíduos com a separação dos metais. O que não pode ser incinerado, mais as cinzas são enviados para o aterro sanitário.

Na estratégia três, os resíduos sólidos urbanos são depositados no aterro sanitário, enquanto os resíduos de jardim são encaminhados para instalações de compostagem. O que não é aproveitado é dirigido para o aterro sanitário.

Na estratégia quatro, há uma diferenciação na coleta de resíduos: os orgânicos são depositados no aterro sanitário e os recicláveis são encaminhados para usinas de reciclagem; tudo aquilo que não é reciclado é depositado no aterro sanitário.

A quinta estratégia possui coleta diferenciada, com os resíduos sólidos sofrendo combustão, sendo que suas cinzas são depositadas no aterro sanitário. Os recicláveis são separados e o que não pode ser aproveitado acaba sendo depositado no aterro sanitário.

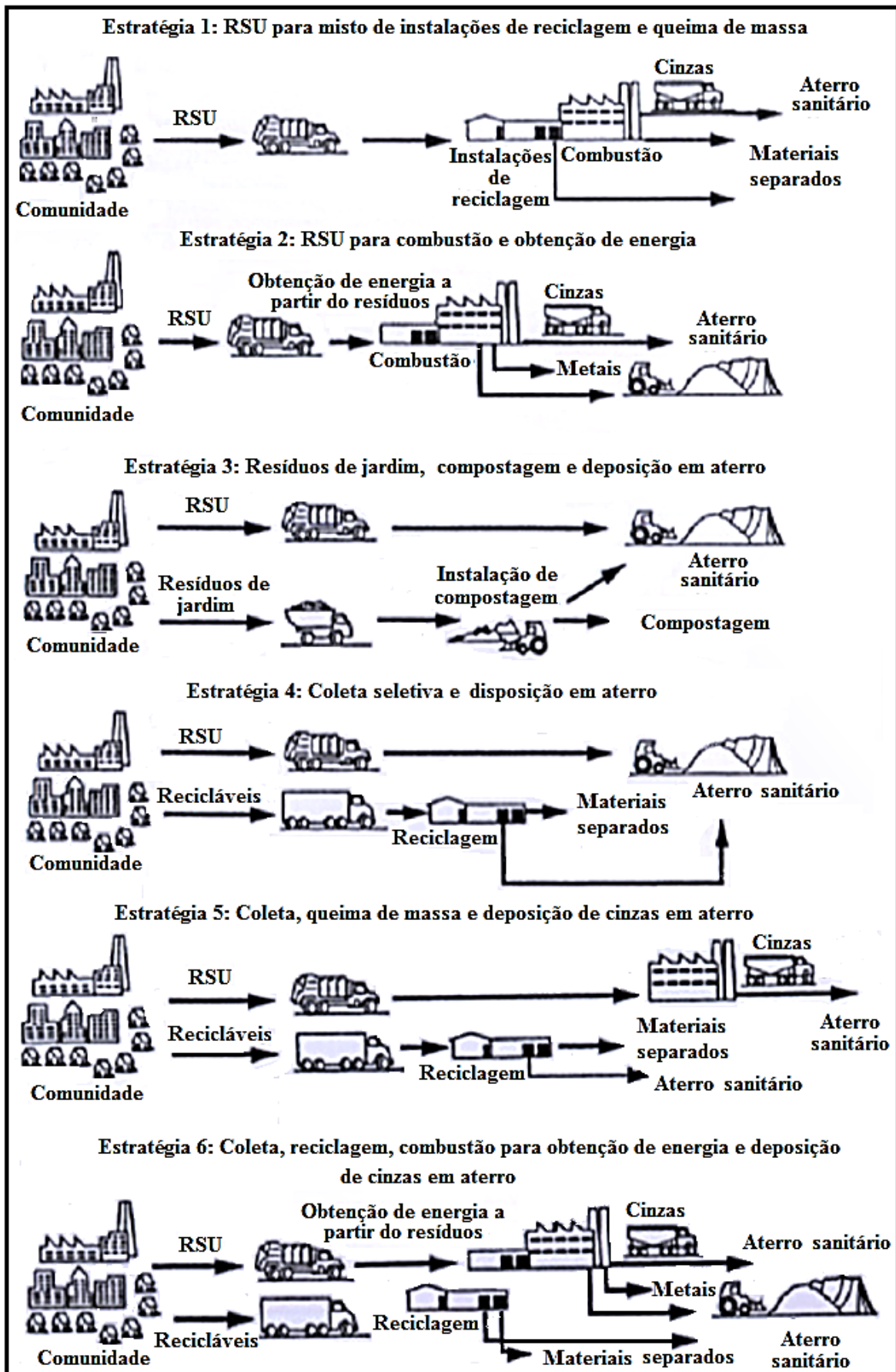
Na estratégia seis, os resíduos orgânicos são preparados para obtenção de energia, por meio da combustão. Os recicláveis são selecionados e o que sobra é encaminhado para o aterro sanitário.

Na estratégia sete, os resíduos orgânicos são encaminhados para um local de preparação para obtenção de energia e compostagem. O que sobra é destinado ao aterro sanitário. Os recicláveis são encaminhados para usinas de reciclagem e o restante é deposição em aterro sanitário.

Na estratégia oito, os resíduos orgânicos são depositados no aterro sanitário, os recicláveis são separados e o que sobra é encaminhado para o aterro, enquanto os resíduos de jardim são encaminhados para usina de compostagem.

Na nona estratégia, o resíduo orgânico sofre combustão e posterior deposição das cinzas no aterro. Os recicláveis são separados e o que sobra é destinado para o aterro. Os resíduos de jardim são levados para usinas de compostagem.

Continua



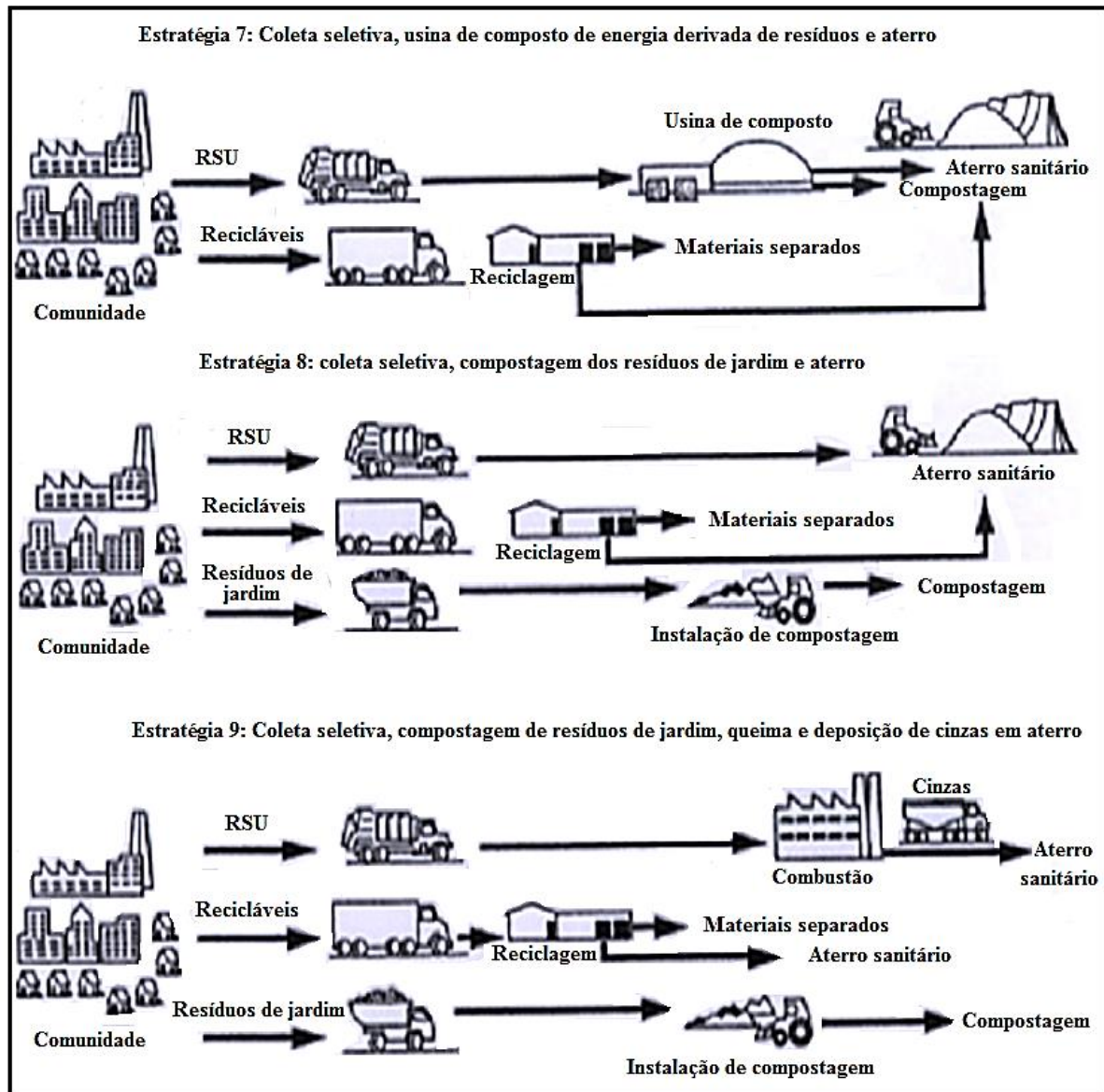


Figura 10 - Diagrama de fluxo para estratégias de gestão de resíduos sólidos urbanos
 Fonte: Adaptado de Tchobanoglous e Kreith, (2002).

Para Economopoulos (2012), as alternativas de gestão podem ser baseadas nas tecnologias de tratamentos presentes na figura 11. Entre as alternativas, destaca-se a separação dos resíduos recicláveis na fonte, sendo reutilizados ou reciclados. Os resíduos sólidos urbanos misturados, podem ser tratados anaerobicamente ou aerobicamente pelo tratamento mecânico-biológico obtendo, assim, materiais recicláveis, combustível (energia) e bioestabilizados orgânicos (fertilizantes/adubo), com os resíduos inertes sendo aterrados. O combustível produzido pode ser utilizado nas instalações de incineração de resíduos ou em quantidades limitadas nos fornos de cimento. A energia gerada pode ser exportada sob a forma de eletricidade e / ou calor para o aquecimento do lugar ou utilização industrial. Os resíduos que

contém substâncias tóxicas devem ser eliminados em instalações apropriadas. Os RSUs misturados também podem ser pré-tratados em instalações de secagem biológica, após a recuperação do material reciclável. Tudo o que não pode ser aproveitado é direcionado para o aterro sanitário.

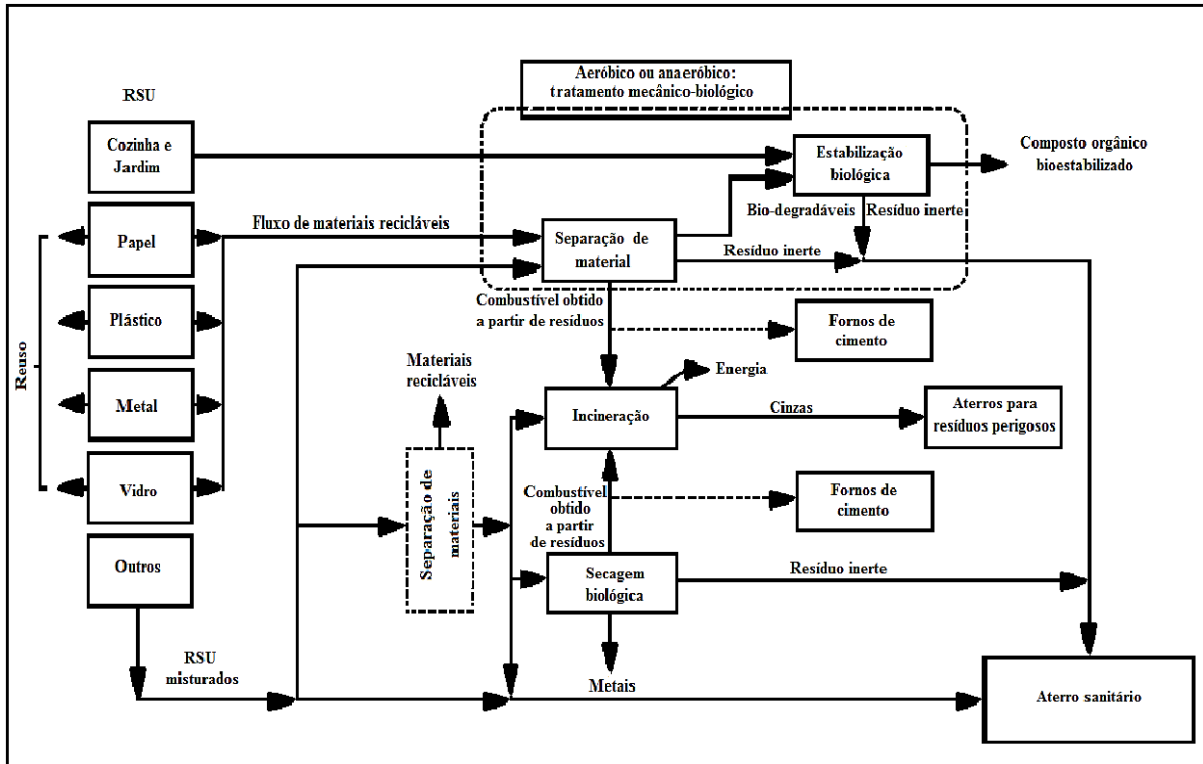


Figura 11 - Fluxo para planejamento e racionalização da gestão de resíduos sólidos urbanos
 Fonte: Adaptado de Economopoulos (2012).

Othman *et al.* (2012) apresenta um modelo genérico, porém atual, utilizado nos países desenvolvidos, com a presença de outras formas de tratamento termal como a gaseificação, a pirólise e incineração, além de aproveitamento energético, reciclagem e compostagem (figura 12).

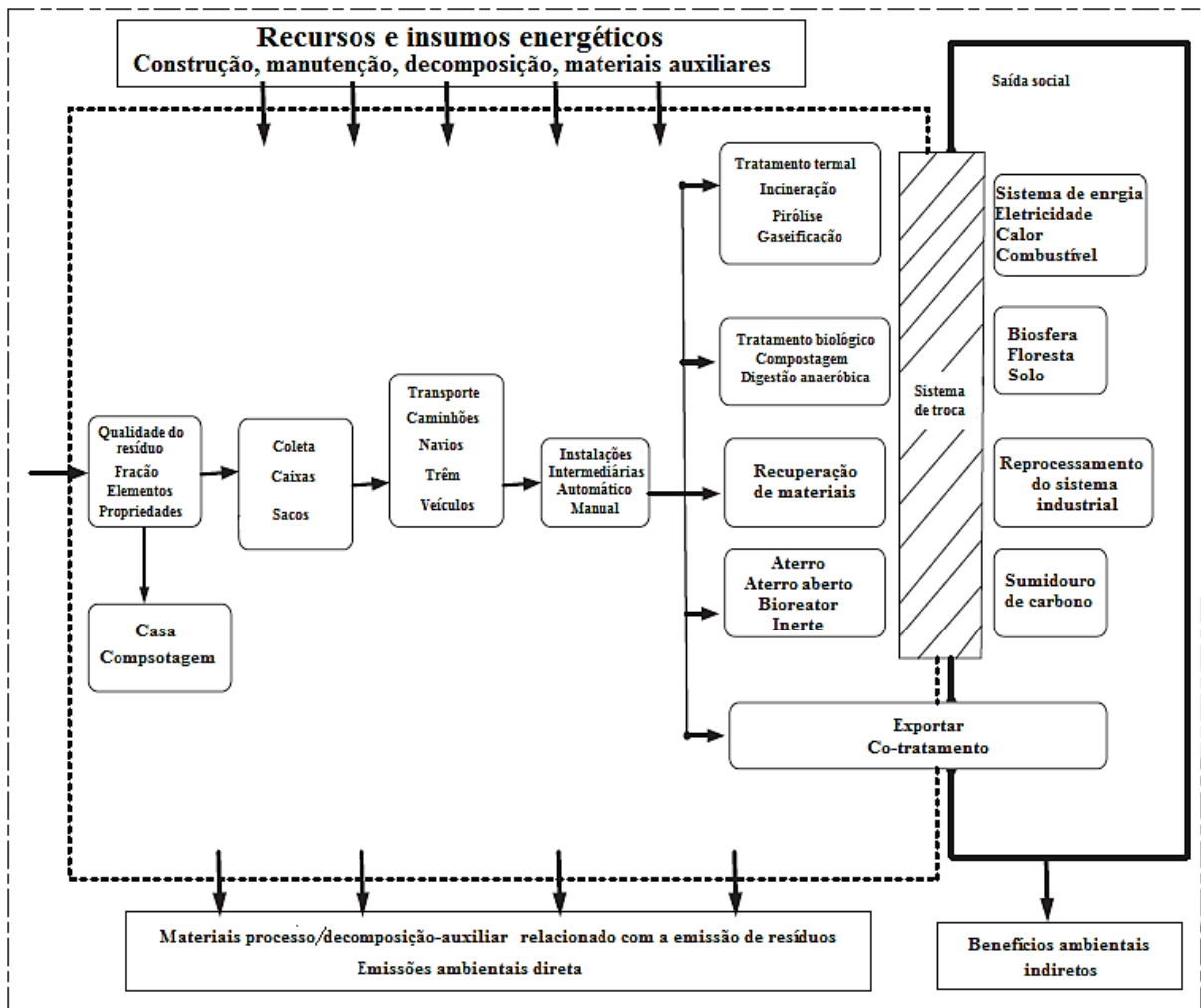


Figura 12 – Sistema genérico de gerenciamento integrado de resíduos sólidos
 Fonte: Othman *et al.* (2012).

Já Zurbrugg (2003), apresenta os elementos típicos do gerenciamento em países de média e baixa renda (figura 13), com a segregação de resíduos orgânicos e recicláveis nos domicílios. As destinações para os resíduos orgânicos são: a alimentação animal ou a compostagem direcionada para a agricultura ou, ainda, deposição em aterros. Os resíduos recicláveis podem ser negociados com os comerciantes retornando materiais para a indústria ou ser depositados em determinados locais, para serem posteriormente segregados, possuindo duas vias: o retorno para a indústria ou disposição em aterros. Nota-se a ausência de qualquer tipo de tratamento térmico ou aproveitamento energético.

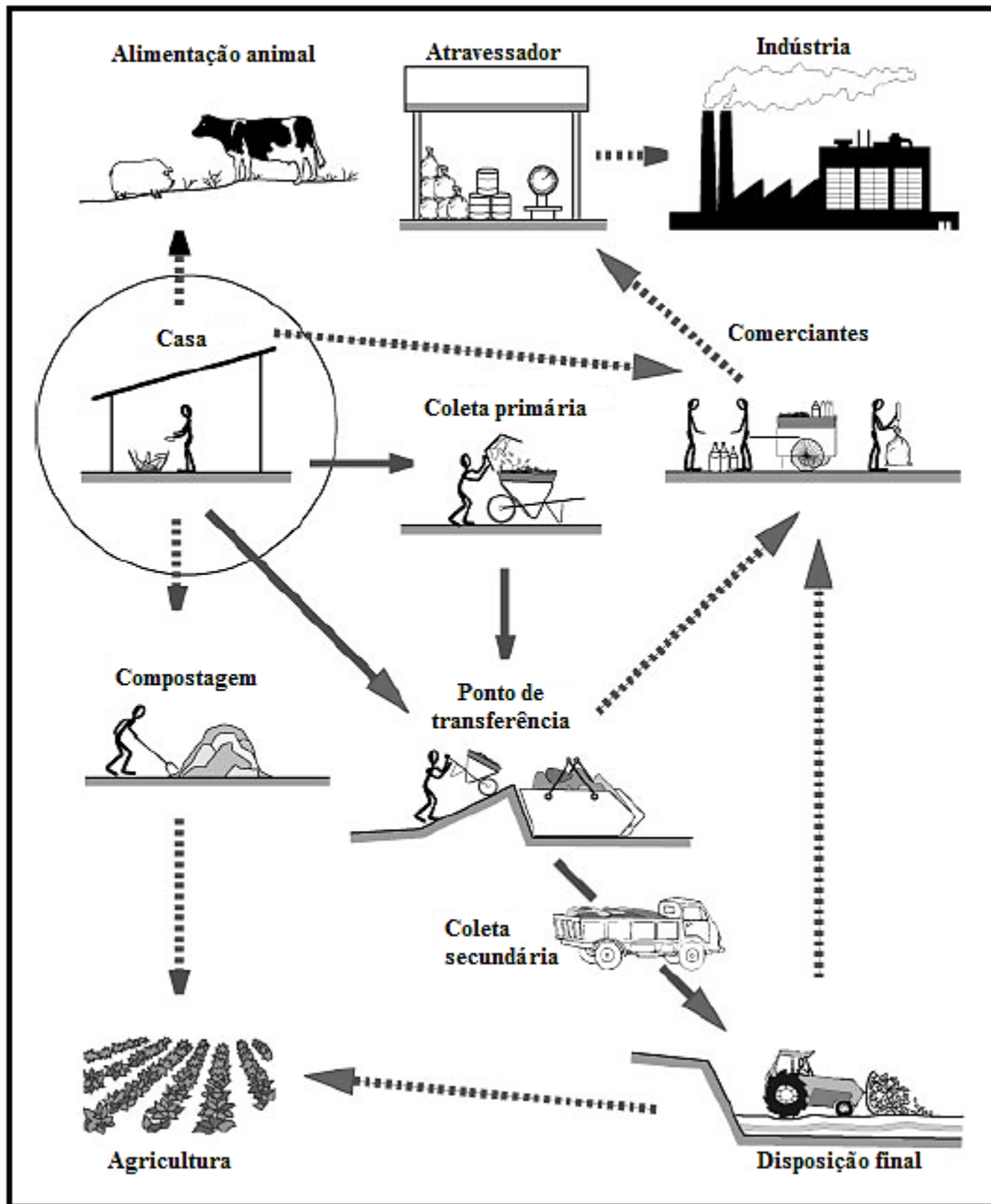


Figura 13 – Elementos típicos do gerenciamento de resíduos sólidos em países de baixa ou média renda
Fonte: Zurbrugg (2003).

2.2.5 Descrição da etapas do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos

As principais etapas presentes no gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos, podem ser observadas na figura 14.

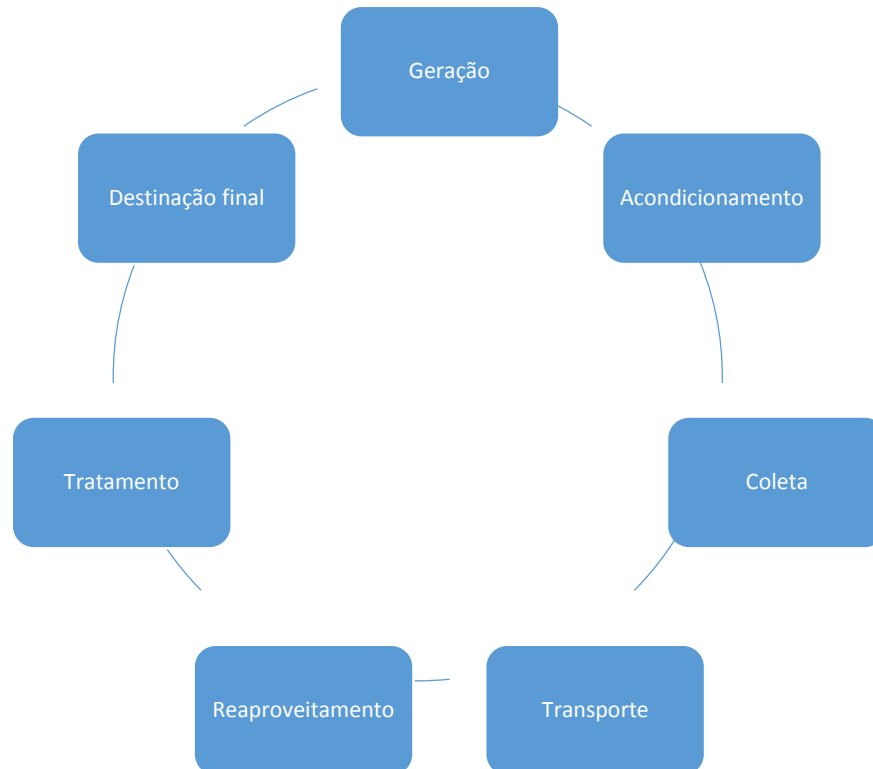


Figura 14 – Principais etapas presentes no gerenciamento de resíduos sólidos
Fonte: Zanta; Ferreira (2003), Brasil (2010).

A implantação de um sistema de gerenciamento de resíduos, por si só, não resolve a problemática da geração. Uma das primeiras providências a serem tomadas com relação ao gerenciamento dos resíduos sólidos é a sua não-geração, seguida pelas demais etapas (SISINNO *et al.* 2011).

A etapa de geração de resíduos sólidos envolve a alteração no padrão de consumo da sociedade, promovendo a não geração e conseqüentemente reduzindo os impactos ambientais (OTHMAN *et al.*, 2011, ZANTA; FERREIRA, 2003). Há que se considerar também o incentivo de consumir produtos ambientalmente apropriados ou o compartilhamento de bens (ZANTA; FERREIRA, 2003).

O acondicionamento significa preparar os resíduos de forma sanitária adequada e compatível com o tipo, qualidade e a quantidade, visando a coleta, levando em conta o local, dia, horários, sendo essencial a colaboração da população, uma vez que garante a qualidade da operação de coleta, transporte e armazenamento (MONTEIRO *et al.*, 2001; ZANTA; FERREIRA, 2003 FUNDAÇÃO..., 2012a). O acondicionamento adequado evita acidentes e também a proliferação de vetores (insetos e ratos), minimizando o impacto visual e olfativo, reduzindo a heterogeneidade dos resíduos e evitando que animais espalhem os resíduos (MONTEIRO *et al.*, 2001; FUNDAÇÃO..., 2012a).

A coleta é caracterizada por ser a ação de recolher o lixo acondicionado por quem o produz, sendo encaminhado por meio de um transporte adequado a uma estação de transbordo ou a uma instalação de tratamento ou a um aterro sanitário (MONTEIRO *et al.*, 2001). A coleta de RSU atua nas seguintes vertentes: coleta seletiva de matéria orgânica, coleta especializada, coleta indiferenciada, coleta seletiva de materiais recicláveis, centros ou pontos específicos para coleta (PUNA; BAPTISTA, 2008). A coleta denominada regular ou convencional (resíduos misturados) é realizada, em geral, no sistema de porta em porta ou, ainda, em áreas de difícil acesso, por meio de pontos de coleta, em que são colocados contêineres basculantes ou intercambiáveis. A coleta seletiva pode ser realizada de porta em porta com veículos coletores apropriados ou por meio de Postos de Entrega Voluntária (PEVs) dos materiais segregados (ZANTA; FERREIRA..., 2003), sendo coletados em dias específicos (FUNDAÇÃO..., 2012a).

A separação dos resíduos orgânicos dos potencialmente recicláveis na fonte geradora é fundamental para a coleta seletiva, pois evita a perda de qualidade dos recicláveis. Desta forma, melhora as condições de trabalho dos catadores, viabilizando as etapas posteriores da reciclagem (GALBIATI, 2001) como, por exemplo, a recuperação, a revalorização e a transformação (GONÇALVES, 2003). A segregação exige a adesão da população, o que se observa em países desenvolvidos, em que a comunidade separa os resíduos em recipientes de cores diferentes por categorias como vidro, papel, plástico, metal e orgânicos (GALBIATI, 2001).

O transporte abrange todos os tipos de veículos na operação de resíduos sólidos, com base no seu ponto de geração, passando pela estação de transferência ou instalações de tratamento, até a disposição final (UNITED..., 2009). Entre os tipos de veículos mais utilizados estão: os caminhões compactadores, caminhões basculantes, caminhões com carroceria de madeira aberta, veículos utilitários de médio porte, caminhões-baú e carroças (ZANTA; FERREIRA, 2003).

O tamanho da frota de veículos coletores utilizados para o transporte depende das características qualitativas e quantitativas dos resíduos a serem coletados e da área de coleta. Além disso, leva em conta outras características como o tipo de sistema viário, pavimentação, topografia, iluminação entre outras (ZANTA; FERREIRA, 2003).

Uma boa viatura de coleta de resíduos domiciliar deve possuir as seguintes características: não permitir o derramamento do lixo ou do chorume na via pública, apresentar taxa de compactação de pelo menos 3:1, apresentar altura de carregamento na linha de cintura dos garis e possuir carregamento traseiro, de preferência (MONTEIRO *et al.*, 2001).

As estações de transferência desempenham importante papel na gestão de resíduos sólidos, devido ao crescimento das cidades e as longas distâncias dos locais de disposição final de resíduos, em relação ao centro urbano (COSTA, 2005), o que se justifica também pelas exigências ambientais e pela resistência da população em aceitar qualquer atividade ligada as etapas dos resíduos sólidos próximo às suas residências (MONTEIRO *et al.*, 2001).

As estações de transferência realizam a troca dos pequenos caminhões carregados com resíduos para os de maior porte. Assim, o menor custo unitário contribui com a redução do tempo improdutivo da guarnição de trabalhadores parados à espera do retorno dos veículos, além da redução do custo de transporte, aumento da produtividade dos caminhões de coleta, que são veículos especiais e caros (MONTEIRO *et al.*, 2001).

Segundo Tchobanoglous *et al.* (1993), a estação de transferência deve ser planejada de forma integrada, com as demais etapas do gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos. Pereira, Franco e Castilhos (2013) propõem que a viabilidade de implantação depende de dados que possibilitem a avaliação econômica de redução do custo com o transporte e do gasto com a construção e, conseqüentemente, com a manutenção da estação de transferência.

Para a realização da avaliação é necessário ter dados detalhados sobre as distâncias e os custos nas etapas de coleta, transporte, estação de transferência e destinação final. Além disso, é necessário ter o conhecimento do número de residências em cada região de coleta (PEREIRA, FRANCO, CASTILHOS JR; 2013).

As etapas da análise de planejamento para implantação de uma estação de transferência de resíduos sólidos domiciliares são vistas na figura 15. O tratamento é definido como uma série de procedimentos destinados a reduzir a quantidade ou o potencial poluidor dos resíduos sólidos, transformando-os em materiais inertes ou biologicamente estáveis (MONTEIRO *et al.*, 2001). Os tratamentos possibilitam uma série de alternativas que colaboram com a redução de grandes quantidades de resíduos depositados nos aterros, possibilitando ganhos ambientais, sociais, econômicos, energéticos entre outros. Porém, o tratamento nunca constitui um sistema de destinação final completo ou definitivo, pois sempre há um remanescente inaproveitável (SCHALCH *et al.*, 2002).

Entre as principais alternativas utilizadas para o tratamento de resíduos sólidos estão: a reutilização, a recuperação, a reciclagem, a compostagem, incineração e a disposição final no aterro sanitário (ZANTA; FERREIRA, 2003).

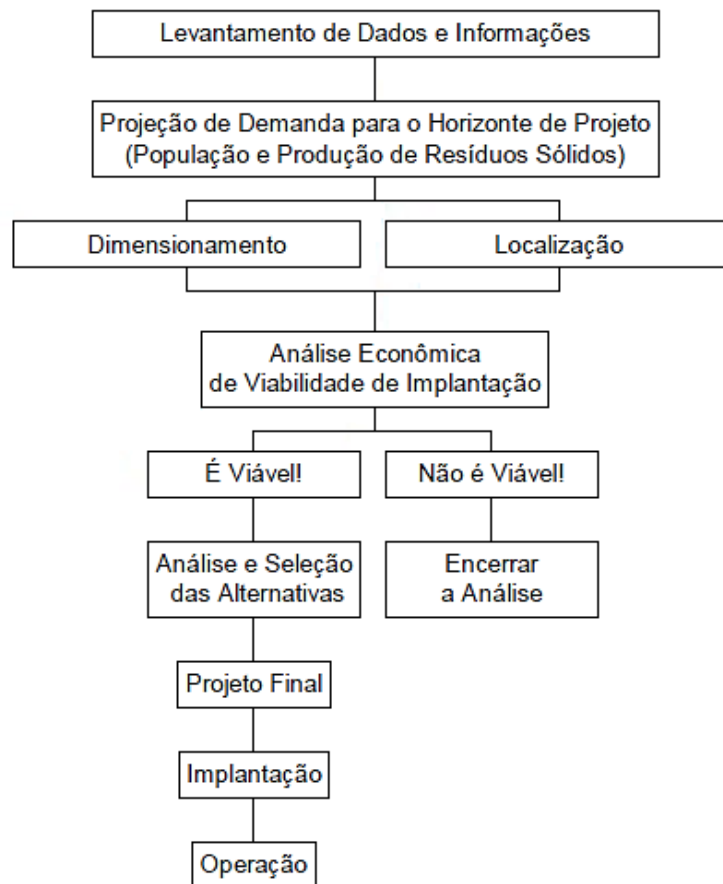


Figura 15 - Etapas da análise de planejamento para uma estação de transferência de resíduos sólidos domiciliares.

Fonte: Adaptado Costa (2005).

A reutilização ou o reuso é o aproveitamento direto dos resíduos como produto, necessitando, por exemplo, no caso de embalagens, procedimentos de limpeza e/ou esterilização (ZANTA; FERREIRA, 2003). Já a recuperação é a extração de certas substâncias, partes, equipamentos dos resíduos, para, por exemplo, reforma ou conserto de móveis ou eletrodomésticos descartados (ZANTA; FERREIRA, 2003) entre outros produtos e utilidades.

Reciclagem é o processo de transformação dos resíduos com o objetivo de inseri-los novamente como matéria-prima na cadeia produtiva (TCHOBANOGLIOUS; KREITH, 2002; ZANTA; FERREIRA, 2003). Os benefícios ambientais da reciclagem dos materiais presentes no lixo são a economia de matérias-primas não renováveis, a economia de energia nos processos produtivos e o aumento da vida útil dos aterros sanitários (MONTEIRO *et al.*, 2001; UNITED..., 2002), além da preservação dos recursos naturais, economia de transporte, geração de emprego e renda e a conscientização da população para as questões ambientais (MONTEIRO *et al.*, 2001).

A tecnologia pode determinar o nível e a sofisticação das atividades de reciclagem e valorização (UNITED..., 2009). Uma série de alternativas tecnológicas para a reciclagem de materiais existem. São meios específicos para tratar determinados materiais, ou seja, tecnologias para a transformação e aproveitamento do plástico, do vidro, do papel, dos metais e demais materiais encontrados nos resíduos³.

Segundo a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (2011), quatros setores industriais (alumínio, plástico, papel e vidro) possuem considerável participação nas atividades de reciclagem no país. Entretanto, a utilização é limitada, uma vez que nem todos os produtos podem ser produzidos com base no reaproveitamento do material antigo, ou parte dele (SCHLACH *et al.*, 2002).

De acordo com Wilson, Velis e Cheeseman (2006), quando países em desenvolvimento avançam nas questões referentes ao gerenciamento dos resíduos sólidos, devem levar em conta que estão interferindo também com os meios de subsistência de uma parte da população urbana, principalmente aquelas atividades ligadas à reciclagem.

São pelo menos quatro categorias principais de reciclagem de resíduos informais e que podem ser identificadas, dependendo de em que e como a recuperação do material é realizada (Figura 16). Uma das principais categorias de reciclagem são os compradores de resíduos itinerantes, os catadores de resíduos, os quais vão de porta em porta recolhendo os materiais recicláveis secos dos proprietários ou dos empregados, comprando ou permutando para, em seguida, transportarem-nos para um comprador.

Outra categoria é a coleta de resíduos na rua, em que matérias primas secundárias são recuperadas com base nos resíduos misturados.

A Equipe de coleta de resíduos urbanos é a terceira categoria de reciclagem de matérias primas, em que materiais são recuperados e transportados com o auxílio de veículos para os locais de deposição.

A quarta categoria é a coleta de resíduos com base nos lixões, pelos catadores.

Apesar de os catadores de materiais recicláveis desempenharem um serviço essencial para a sociedade, são considerados o elo mais frágil da cadeia produtiva da reciclagem, pois são marginalizados, possuindo pouco ou nenhum poder de barganha na comercialização dos materiais, sendo, frequentemente, confundidos como pedintes. (GALBIATI, 2001).

³ Para mais informações sobre as tecnologias e reciclagem de materiais presentes nos resíduos consultar: FORLIN; FARIA, 2002; FRANCHETTI; MARCONATO, 2006; KONRAD, 2006; AL-SALEM; LETTIERI; BAEYENS, 2009; SANTOS *et al.*, 2010.

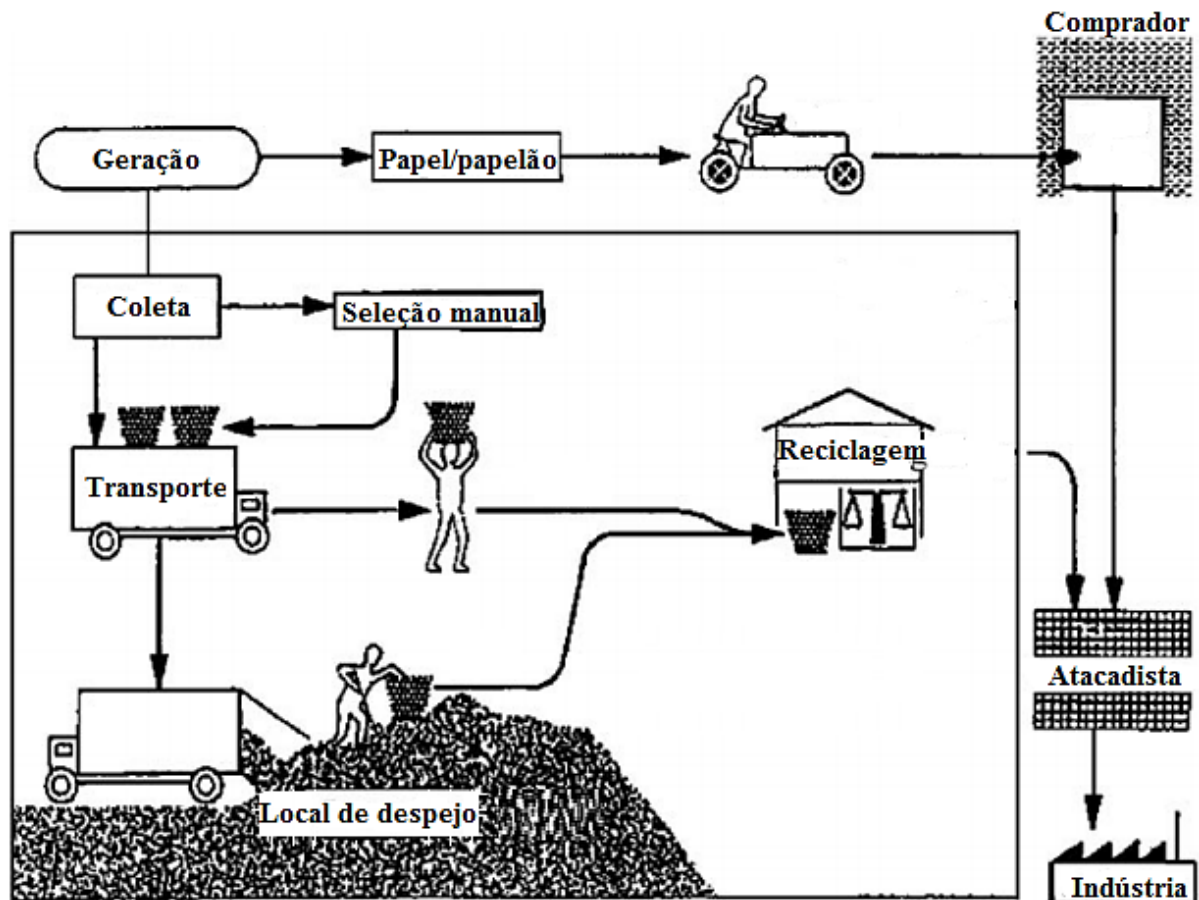


Figura 16 – Exemplos de fluxos de reciclagem informal
 Fonte: Wilson *et al.* (2001).

Alguns municípios brasileiros promovem programas de reciclagem de cunho social, formando cooperativas ou associações de catadores que atuam na separação de materiais recicláveis presentes no lixo. As vantagens da utilização de cooperativas de catadores são a geração de emprego e renda; a redução das despesas com os programas de reciclagem; a organização do trabalho dos catadores nas ruas, evitando problemas na coleta de lixo e o armazenamento de materiais em logradouros públicos; a redução de despesas com a coleta, transferência e disposição final dos resíduos, separados pelos catadores em vez do sistema de limpeza urbana da cidade. Tal economia que pode ser revertida às cooperativas de catadores com investimentos em infraestrutura como, galpões de reciclagem, carrinhos, prensas, elevadores de fardos e uniformes (MONTEIRO *et al.*, 2001).

Segundo Monteiro *et al.* (2001), uma usina de reciclagem apresenta três fases de operação: recepção, alimentação e triagem. Na recepção é realizada a aferição do peso ou volume por meio de balança ou cálculo estimativo, com o armazenamento em silos ou depósitos adequados. A alimentação é o carregamento na linha de processamento, por meio de máquinas, tais como pás carregadeiras, pontes rolantes, pólipos e braço hidráulico. A triagem é a dosagem

do fluxo de lixo nas linhas de triagem e processos de separação dos recicláveis. Os equipamentos de dosagem de fluxo mais utilizados são as esteiras transportadoras metálicas e os tambores revolvedores.

Além da reciclagem, existem outras formas de tratamento difundidas pelo mundo como, por exemplo, o tratamento térmico e o tratamento biológico. O tratamento biológico é caracterizado pela estabilização e oxidação da matéria orgânica biodegradável pela ação de microrganismos. Podendo ser realizada com a presença de oxigênio (processo aeróbio) ou sua ausência (processo anaeróbio) (FUNDAÇÃO..., 2012b).

O processo de compostagem aeróbia pode ser dividido em duas fases: a primeira, chamada de "bioestabilização" é caracterizada pela redução da temperatura da massa orgânica. A segunda fase é chamada de "maturação", em que ocorre a humificação e a mineralização da matéria orgânica. Na compostagem anaeróbia, a decomposição é realizada por microrganismos que podem viver em ambientes sem a presença de oxigênio e em baixa temperatura, por um período maior de tempo para que a matéria orgânica se estabilize (MONTEIRO *et al.*, 2001). A compostagem deve ser tratada com cautela, pois pode ocorrer contaminação da água e dos solos por pesticidas e resíduos de fertilizantes (TCHOBANOGLIOUS; KREITH, 2002).

Dentre as tecnologias de tratamento biológico, existe a biometanização com aproveitamento energético. O biogás é gerado com base na digestão anaeróbia da fração orgânica de resíduos sólidos urbanos em reatores específicos. As plantas possuem as etapas descritas na figura 17.

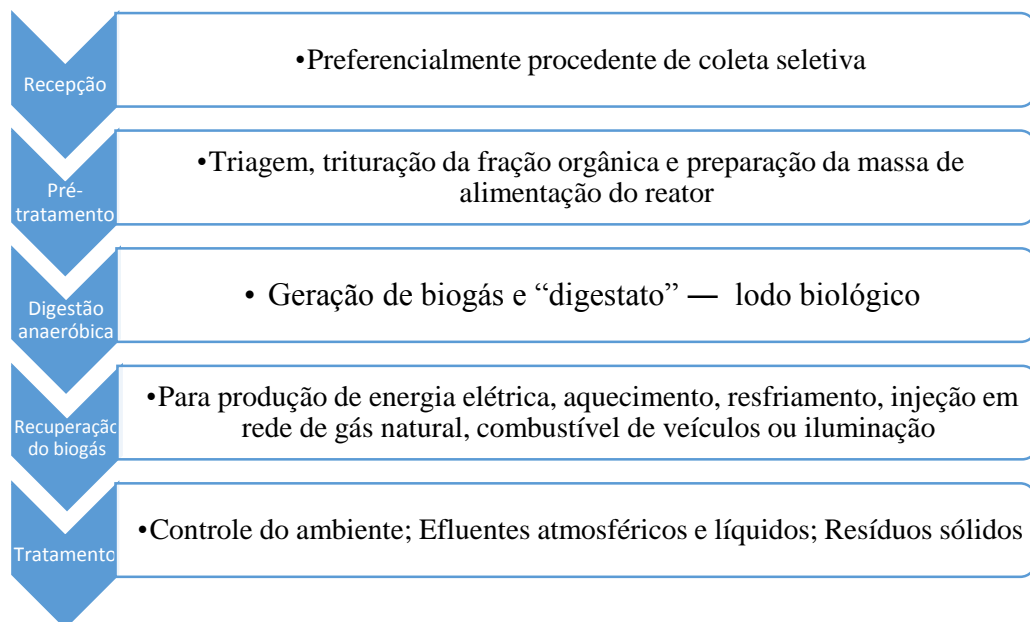


Figura 17 – Etapas das plantas de biometanização

Fonte: Adaptado de Fundação... (2012b)

A digestão anaeróbia passa por 4 estágios: hidrólise, acidogênese, acetogênese e metanogênese (Figura 18), com a atuação de diferentes grupos de bactérias em cada estágio (FUNDAÇÃO..., 2012b).

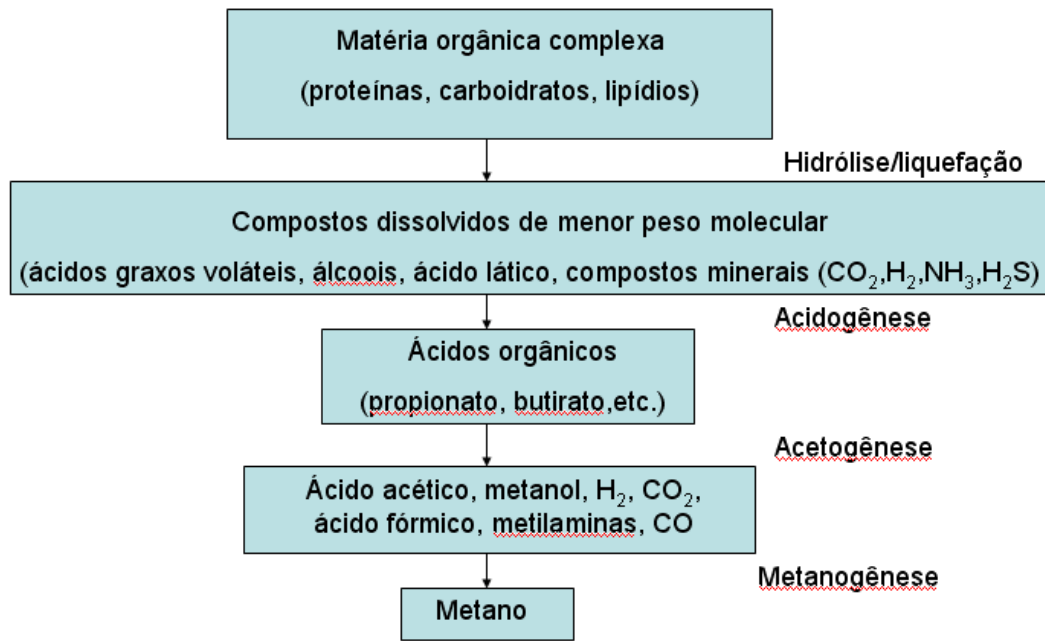


Figura 18 – Estágios da digestão anaeróbia
Fonte: Fundação... (2012b).

Nas plantas industriais há vários tipos de sistemas de digestão anaeróbia. O mais comum, embora menos eficiente é o de um estágio, com todas as fases em um único reator. Existe também o multi-estágios, geralmente com 2 reatores: no primeiro, as fases vão até a acetogênese; no segundo, com a metanogênese, com maior flexibilidade operacional. O terceiro tipo é em batelada, com todas as fases em reator (es) preenchido (s) de uma única vez: seu projeto e operação são mais simples, tem menor custo de investimento e abrange maior área (FUNDAÇÃO... 2012b).

A figura 19 apresenta exemplos de unidades de processo, utilizadas com digestores anaeróbios.

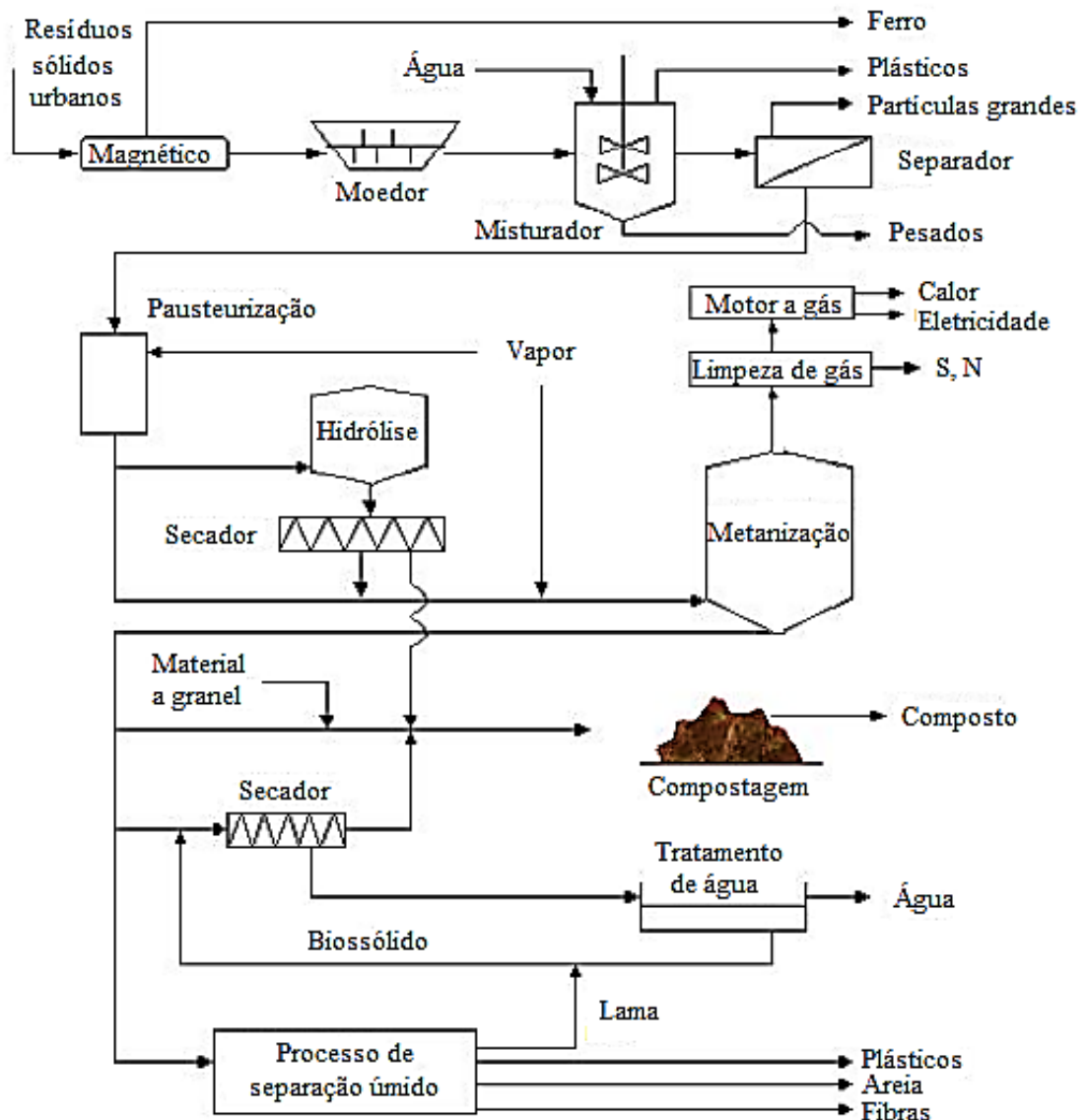


Figura 19 – unidades de processos utilizadas com digestores anaeróbios.
 Fonte: Fundação... (2012b).

Outra forma de tratamento biológico com aproveitamento energético é o aterro sanitário, o qual consiste na compactação dos resíduos no solo na forma de camadas, periodicamente cobertas com terra ou outro material inerte, de modo a produzir uma degradação natural e lenta, até a mineralização da matéria biodegradável (FUNDAÇÃO..., 2012b).

Segundo Monteiro *et al.* (2001), o aterro sanitário segue normas operacionais específicas, evitando danos ao meio ambiente, à saúde e à segurança pública, utilizando os princípios de engenharia, para submeter os resíduos sólidos à menor área plausível, reduzindo-os ao menor volume possível (BRASIL, 2012).

A operação de um aterro é precedida pelo processo de seleção de áreas, licenciamento, projeto executivo e implantação. Deve conter necessariamente duas unidades: a operacional e

de apoio. A unidade operacional conta com células de lixo domiciliar, células de lixo hospitalar, impermeabilização de fundo (obrigatória) e superior (opcional), sistema de coleta e tratamento dos líquidos percolados (chorume), sistema de coleta e queima (ou beneficiamento) do biogás, sistema de drenagem e afastamento das águas pluviais, pátio de estocagem de materiais, sistemas de monitoramento ambiental, topográfico e geotécnico (MONTEIRO *et al.*, 2001).

Já as unidades de apoio são compostas por cerca e barreira vegetal, estradas de acesso e de serviço, guarita de entrada e prédio administrativo, oficina, borracharia, balança rodoviária e sistema de controle de resíduos (MONTEIRO *et al.*, 2001).

O biogás gerado pelos aterros pode ser aproveitado em projetos que visam à recompensa financeira com a comercialização de créditos de carbono em mercados voluntários ou Reduções Certificadas de Emissão do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, conforme previsto no Protocolo de Quioto (FUNDAÇÃO..., 2012b).

A coleta do biogás em aterros sanitários (figura 20), com a possibilidade de aproveitamento energético, requer o prévio planejamento da instalação dos equipamentos destinados a esse fim, permitindo ao operador do sistema o monitoramento e ajuste do fluxo de gás. A implantação do sistema de extração é geralmente realizada em etapas, com o intuito de reduzir o investimento inicial, ampliando as instalações conforme o aumento da geração de biogás (FUNDAÇÃO..., 2012b).

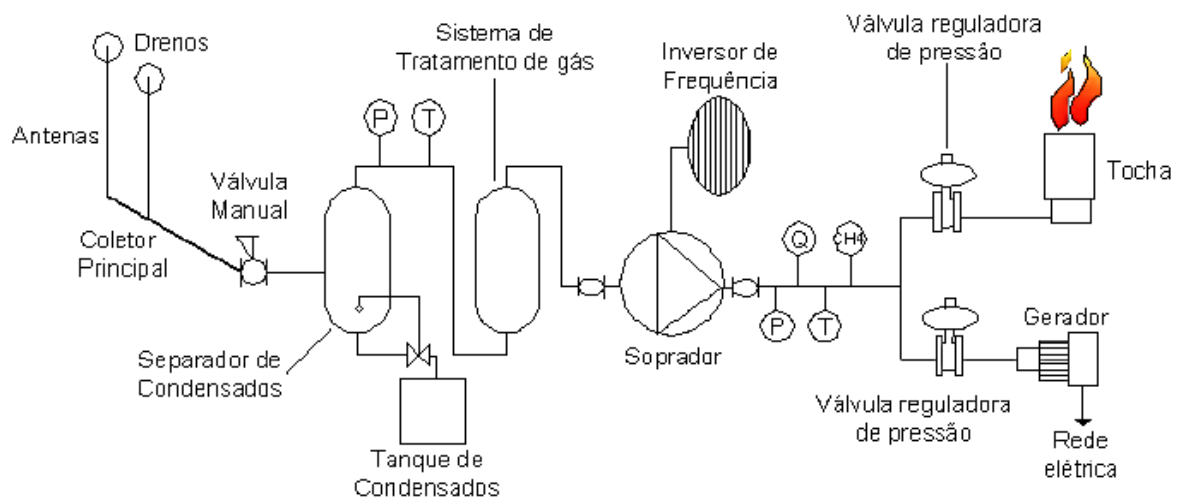


Figura 20 - Processo de captação e tratamento do biogás.

OBS.: T, P, Q, CH₄ referem-se aos controles da temperatura, pressão, vazão e concentração de metano.

Fonte: ENGEBIO (2009).

Segunda a Fundação... (2012b), o sistema de captação do biogás é realizado da seguinte forma:

O sistema de captação do biogás é composto basicamente por drenos horizontais e verticais, sopradores, filtros, para a remoção de material particulado, e tanques separadores de condensado. O pré-tratamento do biogás para a remoção de particulados e líquidos tem a finalidade de proteger os sopradores, equipamentos que fornecem a pressão necessária para a extração do biogás, aumentando a vida útil dos mesmos. Os drenos existentes no aterro e que apresentam boa vazão de biogás podem ser adaptados e integrados ao sistema de captação. A adaptação consiste na impermeabilização da parte superior dos drenos, instalação de um cabeçote e interligação ao sistema de coleta. As tubulações provenientes dos drenos são interligadas a pontos de regularização de fluxo (*manifolds*) e estes são interligados a uma linha principal, que conduz o biogás para os sistemas de queima ou aproveitamento energético. A linha principal é conectada a um soprador. O sistema de captação pode utilizar tubulações individuais de captação para cada poço ou grupos de poços de drenagem de biogás, ligados a *manifolds* distribuídos uniformemente pelo aterro (FUNDAÇÃO..., 2012b, p. 60).

O tratamento do biogás extraído inicia pela passagem através de um filtro para a remoção de material particulado que possa ter sido arrastado durante a extração. Após isto, o biogás é encaminhado a um tanque separador de líquidos, o desumidificador (Demister é o sistema mais utilizado) que segrega as gotículas de líquidos contidas no biogás, evitando seu aporte para os sopradores do sistema de extração de gases. O líquido gerado é enviado ao sistema de coleta de chorume. O biogás, livre das partículas sólidas e de gotículas líquidas, passa pelo soprador, sendo encaminhado para a queima controlada na tocha e/ou para sistemas de aproveitamento energético (FUNDAÇÃO..., 2012b).

Outra forma de tratar os resíduos sólidos urbanos é por meio do tratamento térmico, caracterizado por utilizar o calor como forma de recuperar, separar ou neutralizar determinadas substâncias presentes nos resíduos, possibilitando a redução da massa e volume, além da produção de energia térmica, elétrica ou mecânica (FUNDAÇÃO..., 2012b). Esta alternativa aplica-se a qualquer resíduo que tenha em sua composição química os elementos hidrogênio e carbono. Em uma planta de resíduos sólido urbanos, a princípio, qualquer resíduo poderá ser tratado em conjunto, independentemente de sua origem, desde que contemplados e aprovados no processo de regularização ambiental (FUNDAÇÃO..., 2012b). As principais tecnologias de tratamento térmico e aproveitamento energético são a incineração, a pirólise, a gaseificação, o plasma e o coprocessamento em forno de clínquer.

Os processos de tratamento térmico em baixa temperatura, como micro-ondas, fornos e autoclaves, não possuem o objetivo de aproveitamento energético. Comumente, são utilizados nos processos de desinfecção de resíduos de serviços de saúde antes de sua destinação a aterros sanitários (FUNDAÇÃO..., 2012b).

A incineração é um processo de combustão controlada baseada na reação do oxigênio com componentes combustíveis presentes nos resíduos (como carbono, enxofre e hidrogênio),

em temperatura superior a 800 °C, convertendo sua energia química em calor (MONTEIRO *et al.*, 2001; FUNDAÇÃO..., 2012b).

Como os resíduos possuem composições diversas, são gerados como produtos da combustão vários elementos como: o vapor d'água, dióxido de carbono, monóxido de carbono, além de elementos relacionados com o enxofre, cloro, flúor, nitrogênio (como o SO_x, HCl, HF, NO_x). É gerado também material particulado (partículas finas quase sempre com sílica), além de metais (principalmente cádmio, mercúrio, arsênio, vanádio, cromo, cobalto, cobre, chumbo, manganês, níquel e titânio) e substâncias orgânicas (como dioxinas) na forma gasosa ou aderidas também ao material particulado. Também são originados rejeitos (cinzas volantes e escórias) de materiais inorgânicos que não participam das reações de combustão (SCHLACH *et al.*, 2002; FUNDAÇÃO..., 2012b).

O processo de combustão é realizado em fornos de incineração, compostos por uma câmara de combustão, local em que os resíduos são inseridos para o processo de queima controlada, e câmara de pós-combustão, local em que se completa a queima controlada de monóxido de carbono e substâncias orgânicas contidas nos gases procedentes da câmara de combustão (FUNDAÇÃO..., 2012b). Os fornos de incineração podem ter diversas configurações, que são apresentadas no quadro 24:

Configuração	Características
Combustão em grelha	É a mais empregada para RSU no estado bruto (<i>mass burn</i>). Utiliza uma grelha móvel inclinada de ação reversa, instalada em um forno-caldeira. Permite operar materiais com granulometrias bastante variadas. Durante o deslocamento dos resíduos na grelha, o material vai sendo aquecido e passa por secagem, ocorrendo a perda dos compostos orgânicos voláteis e a combustão do resíduo carbonoso.
Leitos fluidizados tipos circulante ou borbulhante	Mais utilizados para lodo de esgoto. Os resíduos são incinerados em suspensão em leito de partículas inertes como areia e cinzas.
Câmaras múltiplas	Adotadas para capacidades pequenas (0,2 a 200 t/dia), aplicável para determinados grupos de resíduos de serviços de saúde. Os resíduos são incinerados na grelha fixa da câmara primária e a pós-queima dos gases ocorre na câmara secundária. Gera baixas pressões de vapor, não é recomendada para a geração de energia elétrica.
Forno rotativo	Mais utilizado para resíduos industriais e quantidade de resíduos superior a 24 t/dia.

Quadro 24 – Configurações e caracterização dos fornos de incineração.

Fonte: Compromisso... (2010); Fundação... (2012b).

A pirólise que ocorre na ausência de oxigênio é um processo de decomposição térmica, por fonte externa de calor, convertendo a matéria orgânica em diversos subprodutos. Os gases não condensáveis (compostos principalmente por nitrogênio e gás de síntese) podem ser utilizados para a produção de vapor, por meio de trocadores de calor e caldeiras, ou podem ser queimados em caldeiras, turbinas a gás ou motores de combustão interna, para geração de eletricidade ou destinados à fabricação de produtos químicos (FUNDAÇÃO..., 2012b).

O líquido pirolenhoso é obtido pela condensação dos gases oriundos do processo. Composto por ácido pirolenhoso (ácido acético, alcatrão solúvel, metanol e outros vários compostos em menor quantidade) e alcatrão insolúvel. O líquido é corrosivo, altamente poluente e nocivo, podendo ser gaseificado ou refinado para uso energético. Dependendo da concentração de alcatrão e outros compostos tóxicos, pode ser utilizado na agricultura (CAMPOS, 2007; FUNDAÇÃO..., 2012b).

O resíduo sólido produzido é constituído por carbono quase puro (char) e por vidros, metais e outros materiais inertes (escória). Os materiais sólidos fundidos, juntamente com a escória (vidros, terra, pedras, metais e outros), são resfriados e removidos, podendo submeter o rejeito a um processo de segregação, obtendo vidros e metais. O carvão pode ser processado ou utilizado como carvão ativado (FUNDAÇÃO..., 2012b).

De acordo com o tempo de residência, a taxa de aquecimento e a temperatura, o processo de pirólise recebe diferentes denominações, tendo diferentes produtos principais,

embora tenha sido usualmente classificada como pirólise lenta ou rápida, conforme o tempo de residência da matéria-prima no forno e a temperatura do processo (quadro 25).

Modalidade de pirólise	Tempo de resistência	Temperatura (°C)	Produto principal
Lenta (carbonização)	Horas/dias	350 a 700	Sólido de carbono quase puro (char)
Rápida	0,5 a 2 segundos	400 a 600	Líquido pirolenhoso

Quadro 25 – Modalidade de pirólise

Fonte: Fundação... (2012b).

A gaseificação é o processo de reação de carbono com o vapor, para produzir hidrogênio e monóxido de carbono. Nesse processo, ocorre a conversão da matéria-prima sólida ou líquida em gás por meio de oxidação parcial, com a aplicação de calor. O gás produzido tem muitas aplicações práticas, como a geração de energia mecânica e elétrica, a geração direta de calor, ou como matéria-prima na obtenção de combustíveis líquidos, hidrocarbonetos combustíveis sintéticos, como o diesel e gasolina, metanol, etanol e outros produtos químicos, por meio de processos de síntese química catalítica (FUNDAÇÃO..., 2012b). Segundo Udaeta *et al.* (2002), as principais tecnologias de gaseificação são descritas no quadro 26:

Continua

Tecnologias	Descrição
Gaseificação em leito fixo	Os resíduos se movem por ação da gravidade. É uma técnica adequada para a conversão de quantidades pequenas de biomassa. Na geração de energia elétrica, gaseificadores de leito fixo têm sido empregados na alimentação de motores de combustão interna, em sistemas de capacidade entre 100 kW e 10 MW.
Fluxo ascendente	São os mais antigos e mais simples. Produzem gases com baixos teores de alcatrão e de material particulado. O fluxo ascendente trata-se de um reator contracorrente. O combustível é introduzido na parte superior, por meio de um silo com válvulas de retenção, fluindo para baixo por todo o reator, até uma grelha, em que as cinzas são removidas. Sua vantagem do ponto de vista térmico é absorver parte do calor sensível dos gases quentes produzidos na câmara de combustão pelo pré-aquecimento do combustível, que reduzem o excesso de umidade durante a permanência no reservatório. O meio de gaseificação, ar ou oxigênio e, possivelmente, vapor são introduzidos abaixo da grelha e fluem para cima, por todo o reator. O gás produzido sai pela parte superior do gaseificador (figura 21).

Conclusão

Tecnologias	Descrição
Fluxo descendente	<p>Produzem gases com baixos teores de alcatrão e de material particulado. Os resíduos e o fluxo de ar movimentam-se na mesma direção. Os gases produzidos deixam o gaseificador somente após passarem pela zona de combustão.</p> <p>Esse tipo de gaseificador possui dois estágios. No primeiro estágio, o agente de gaseificação (ar) é alimentado através de bicos orientados no sentido radial, em direção ao centro e queima parcialmente o resíduo, gerando energia para as etapas de secagem e pirólise acima da zona de combustão e várias reações endotérmicas até o final deste estágio. O segundo estágio tem por finalidade principal realizar destruição adicional do alcatrão com o objetivo de eliminá-lo ou reduzi-lo.</p> <p>Feito com uma nova injeção de ar.</p> <p>Neste gaseificador a tiragem do gás é realizada na parte inferior. Assim, o fluxo gasoso se dá de cima para baixo (figura 22).</p>
Leito fluidizado	<p>Tem sido utilizado na conversão termoquímica da turfa já há muitos anos, mas ainda não existe muita experiência na conversão da biomassa, pelo menos em grande escala. Nos equipamentos desse tipo, emprega-se um material como meio fluidizante, que arrasta consigo a biomassa, aumentando o contato desta com o elemento oxidante e, conseqüentemente, aumentando as taxas de reação.</p> <p>Gaseificadores de leito fluidizado são mais adequados à conversão de uma maior quantidade de biomassa (figura 23).</p>

Quadro 26 – Principais tecnologias de gaseificação

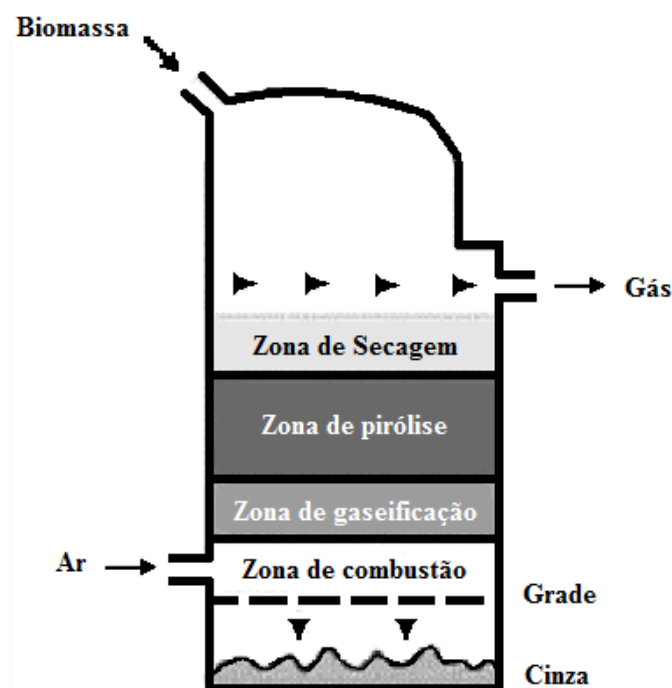
Fonte: Udaeta *et al.* (2002).

Figura 21 - Gaseificador de Leito Fixo e Fluxo ascendente

Fonte: Udaeta *et al.* (2002).

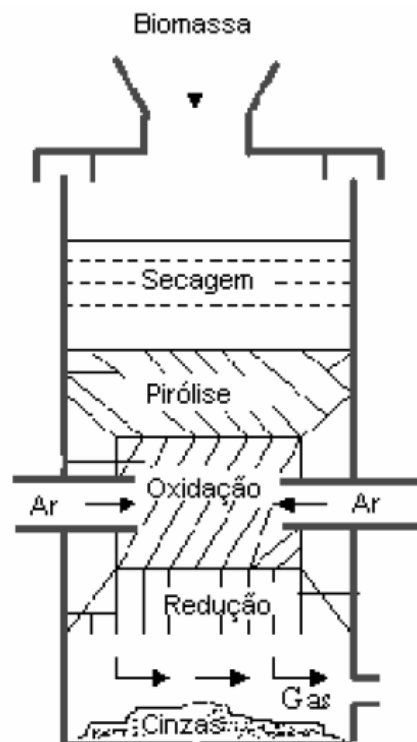


Figura 22 - Gaseificador de Leito Fixo e Fluxo descendente
Fonte: Udaeta *et al.* (2002).

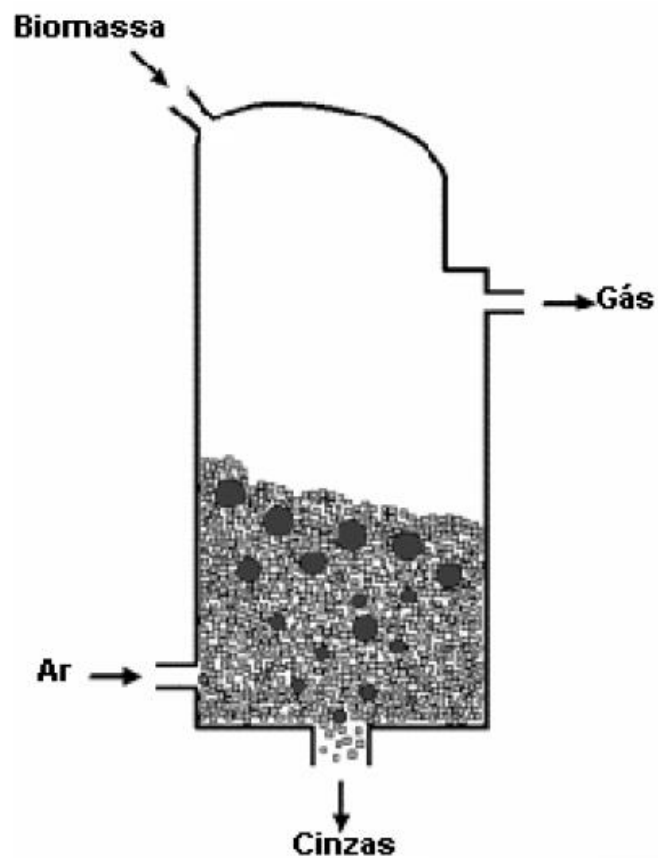


Figura 23 - Gaseificador de Leito fluidizado
Fonte: Udaeta *et al.* (2002).

O plasma é um gás ionizado que possui boa condutividade elétrica e alta viscosidade. Oriundo da dissociação das moléculas de qualquer gás, devido à perda de parte dos elétrons quando a temperatura de aquecimento atinge 3.000 °C (figura 24). “A tocha de plasma” gera e controla o jato de plasma, em que ocorre a formação de um arco elétrico, por meio da passagem de corrente entre o cátodo e ânodo, provocando a ionização do gás injetado pelo seu aquecimento a temperaturas extremamente elevadas (FUNDAÇÃO..., 2012b).

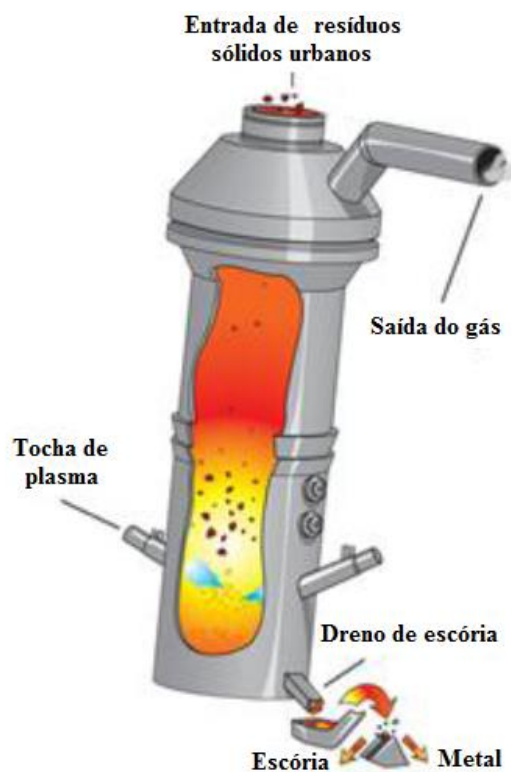


Figura 24 – Representação esquemática do dispositivo gerador e do forno de plasma
Fonte: Fundação... (2012b).

Segundo a Fundação... (2012b), existem dois tipos de tratamento de resíduos por plasma. A primeira é a incidência da tocha de plasma diretamente sobre os resíduos. Há uma dissociação das ligações moleculares em compostos mais simples (*syngas*) com maior consumo de energia.

O outro tipo é incidência da tocha de plasma sobre os gases de síntese procedentes do processo de gaseificação de resíduo, produzindo um gás mais limpo. O resíduo é alimentado em uma câmara de gaseificação, através de um sistema de câmaras estanques. O ar pré-aquecido, enriquecido ou não com oxigênio, é injetado na base da fornalha para alimentar a combustão. O material não combustível é descarregado pela base, como escória líquida ou

metal a cerca de 1.450 °C, enquanto o gás sai pelo topo do gaseificador entre 600 °C e 800 °C (FUNDAÇÃO..., 2012b).

A tecnologia micro-ondas é recente no tratamento de resíduos, sendo utilizada na descontaminação dos resíduos (principalmente os de saúde) a uma alta temperatura (figura 25), antes de serem encaminhados para aterro sanitário (AGÊNCIA..., 2006).

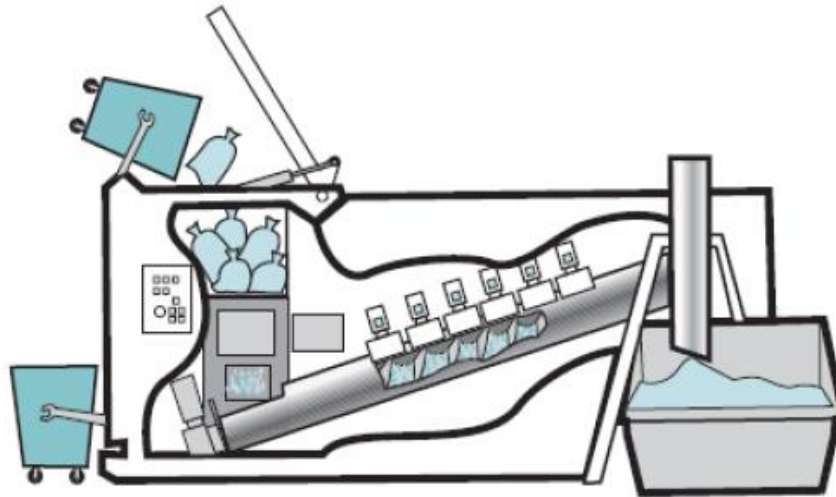


Figura 25 – Processo de micro-ondas
Fonte: Monteiro et al. (2001).

O coprocessamento é realizado conjuntamente à produção do clínquer (cimento), sendo que alguns resíduos aportam energia térmica ao processo, enquanto outros configuram a substituição de matéria-prima. Os principais resíduos coprocessados são: borrachas, emborrachados, pneus, resíduos de biomassa, ceras, substâncias oleosas, lodo de Estação de Tratamento de Efluentes, colas, resinas, látex, catalisadores usados, madeira, solventes e terra contaminadas (FUNDAÇÃO..., 2012b).

Marchezetti, Kaviski e Braga (2011) abordam as vantagens e desvantagens das principais alternativas citadas anteriormente (Quadro 27).

Continua

Tecnologias	Vantagens	Desvantagens
Gaseificação	O gás gerado pode ser convertido em energia; pode diminuir a dependência de combustíveis fósseis; eliminação de patógenos; emite baixa concentração de particulados; o combustível resultante é limpo; aumenta a produção de hidrogênio e de monóxido de carbono; e diminui a produção de dióxido de carbono	Tecnologia pouco difundida; baixo rendimento de energia se houver muita umidade no resíduo domiciliar; de operação mais difícil do que a queima direta; deve ser tomado cuidado com o vazamento de gases tóxicos

Conclusão

Tecnologias	Vantagens	Desvantagens
Pirólise	Obtenção de energia de fácil transporte e armazenamento em relação à incineração; baixa emissão de particulados; não produz dioxinas e furanos; eliminação de patógenos	Não há um desenvolvimento industrial significativo, pois os resíduos acabam sendo incinerados indiretamente
Incineração	Produção de gás de síntese; redução drástica do volume e da massa do resíduo; redução do impacto ambiental; recuperação e geração de energia; eliminação de patógenos; cinzas podem ser reclassificadas como não perigosas; as usinas termelétricas híbridas (UTH) minimizam a emissão dos gases de efeito estufa; os incineradores atuais estão insertos no conceito de recuperação de recursos	Elevado custo de investimento, de manutenção, de operação e monitoramento; requer mão-de-obra especializada; pode necessitar de combustível auxiliar; o sistema pode gerar produtos tão ou mais perigosos quanto o próprio resíduo, quando mal operado
Plasma	Não geração de dioxinas e furanos; produção de gás de síntese, mais uniforme do que o gás gerado pela incineração; redução do volume de resíduos em proporção superior a 99%; eliminação de patógenos	Alto investimento na implantação, operação e manutenção; gases gerados após a combustão são tão poluentes quanto os gerados na incineração; sistema de lavagem de gases sofisticado; não há nenhuma garantia da não emissão de dioxinas e furanos, apesar da alta temperatura de operação do sistema
Compostagem	Valorização dos resíduos; meio econômico para recuperar recursos; quando aplicado no solo, o composto pode melhorar sua estrutura; em função da temperatura de operação, pode eliminar patógenos; permite a reciclagem da matéria orgânica	Grandes áreas para a implantação em grande escala; pode liberar odores; qualidade do composto varia em função do tipo de resíduo; comercialização limitada; tamanho das partículas pode diminuir a eficiência do processo e a qualidade de composto, mistura inadequada pode afetar a eficiência do processo; dependência da reciclagem para melhorar a qualidade do composto produzido
Reciclagem	Valorização dos resíduos; minimização da utilização de fontes naturais, utilização mais racional dos recursos naturais; geração de emprego e renda; componente importante do processo de logística reversa	A coleta seletiva pode ser pouco eficiente; os materiais recicláveis podem ser contaminados, diminuindo seu valor comercial de venda; baixa demanda para compra de recicláveis; ausência de infraestrutura e incentivos públicos
Digestão Anaeróbia	Valorização dos resíduos; possibilidade de produção de elevadas quantidades de energia; permite a reciclagem da matéria orgânica e o aproveitamento energético; pode eliminar patógenos	Variação na composição gravimétrica dos resíduos acarretará ineficiência do processo; em sistemas contínuos pode ocorrer obstruções da canalização por grandes pedaços; mistura inadequada dos resíduos e do lodo de esgoto, utilizado como inoculo, pode afetar a eficiência do processo; associada à geração de maus odores; pode gerar resíduos líquidos que necessitarão de tratamento

Quadro 27 - Vantagens e desvantagens de tecnologias para o tratamento de resíduos sólidos domiciliares
Fonte: Marchezetti, Kaviski e Braga (2011).

As tecnologias descritas acima são as mais utilizadas atualmente no gerenciamento de resíduos sólidos (FUNDAÇÃO..., 2012a; NOVAIS, 2013). Os gráficos a seguir (gráfico 4 e gráfico 5) demonstram a utilização destas tecnologias nos 27 países que compõem o bloco europeu, além do Japão e dos Estados Unidos.

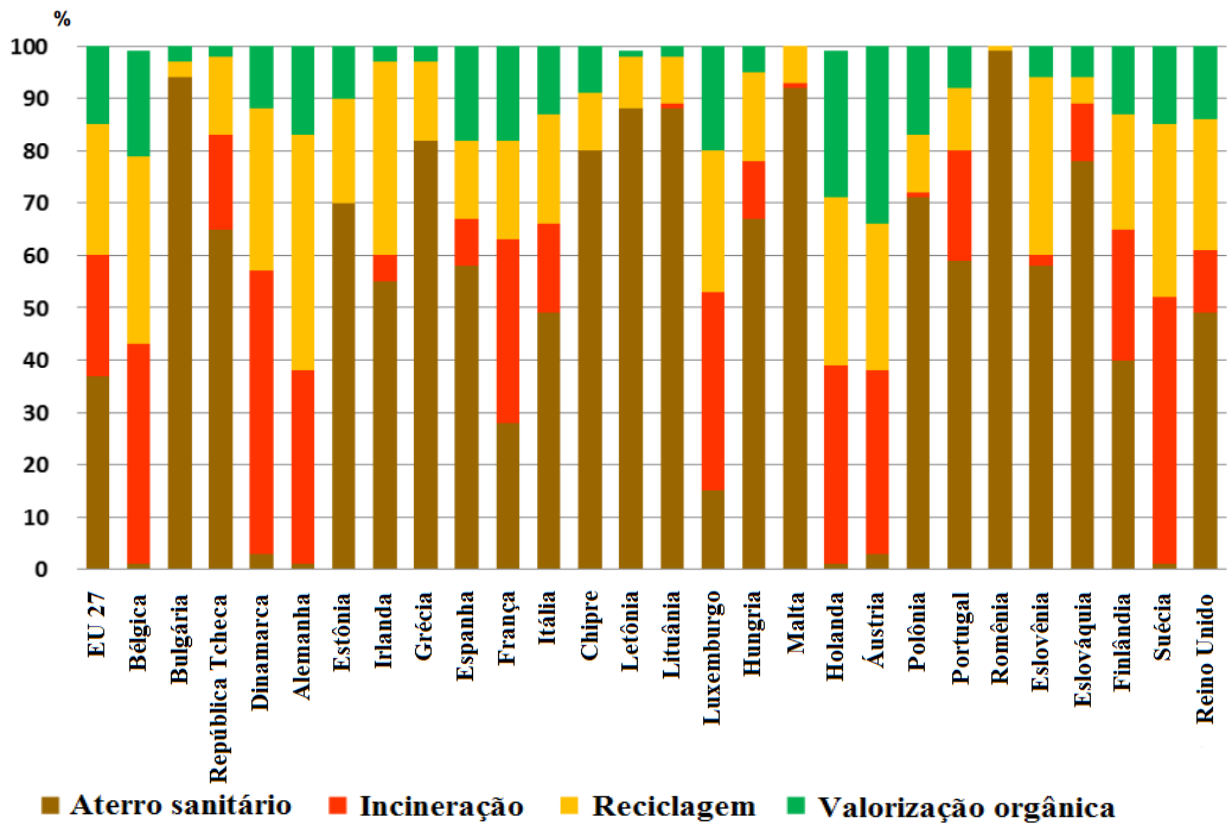


Gráfico 4 – Tratamento de resíduos sólidos em 27 países europeus em 2011
Fonte: Novais (2013).

Conforme apresentado por Novais (2013), muitos países europeus ainda utilizam o aterro sanitário como principal tratamento. Países como a Bulgária, Grécia, Letônia, Lituânia, Malta e Romênia destinam mais de 80% dos seus resíduos para os aterros sanitários. Já países como a Bélgica, Dinamarca, Alemanha, Holanda, Áustria e Suécia destinam menos de 5% dos resíduos aos aterros, utilizando principalmente as tecnologias de incineração e reciclagem, e uma menor porcentagem à valorização orgânica, valorização esta que possui destaque na Áustria e Holanda, que destinam 25% dos resíduos para esta prática (NOVAIS, 2013).

Nos Estados Unidos, a maior parte dos resíduos (53,3%) é destinada aos aterros sanitários (Gráfico 5). A compostagem e reciclagem correspondem a 34% do tratamento e a incineração corresponde a 11,7% (FUNDAÇÃO..., 2012a).

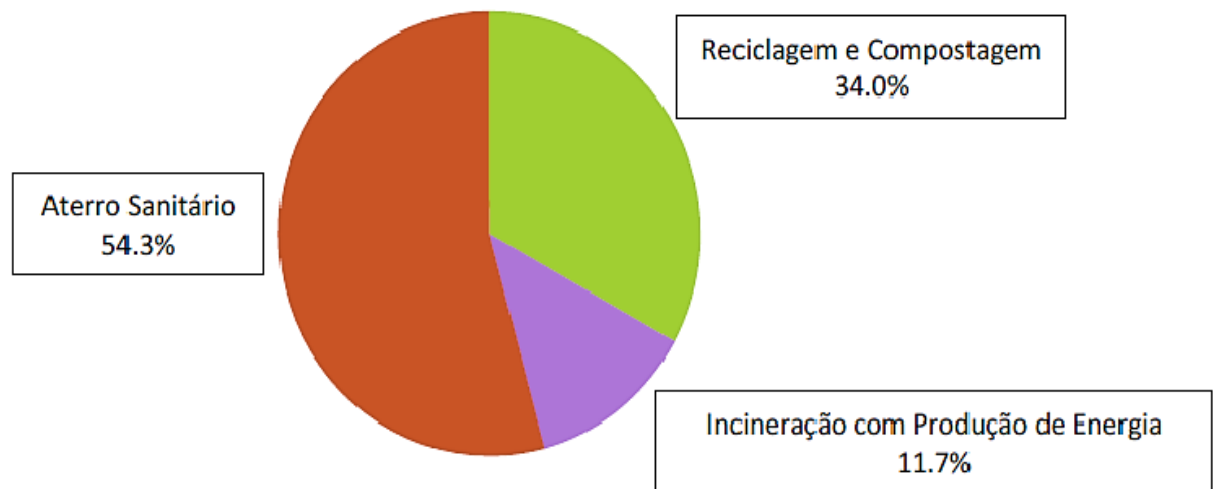


Gráfico 5 – Gestão de resíduos sólidos urbanos nos Estados Unidos em 2009

Fonte: United... (2011).

No Japão, a tecnologia predominante é a incineração (gráfico 6), o que se justifica pela falta de áreas para aterros sanitários, devido à limitação geomorfológica. A reciclagem corresponde a 19% do tratamento e o aterro sanitário corresponde apenas 2% (FUNDAÇÃO..., 2012a).

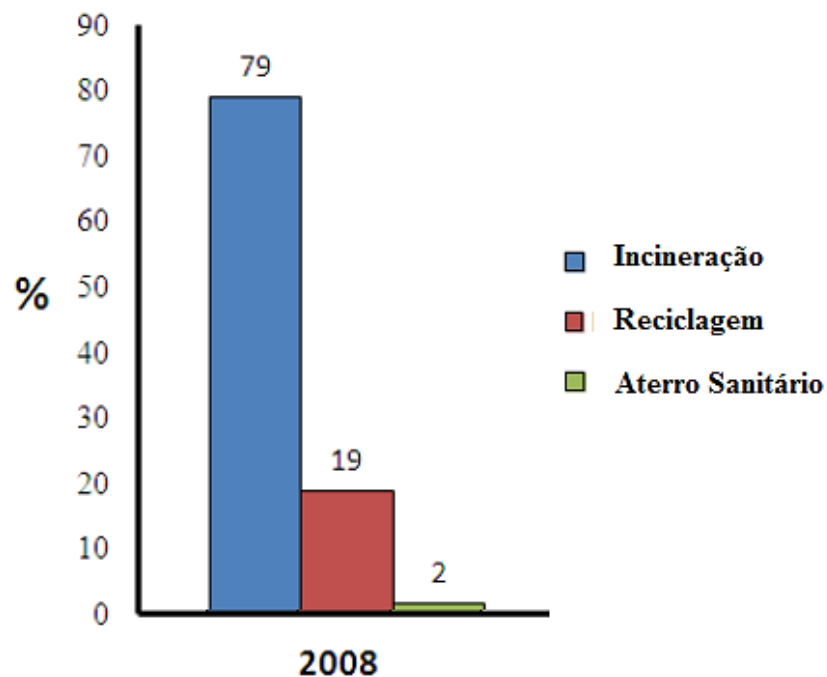


Gráfico 6 – Tecnologias de tratamento presentes no Japão em 2008.

Fonte: Fundação... (2012a).

No Brasil, o predomínio de tratamento é o aterramento dos resíduos. A compostagem, reciclagem e incineração ainda são muito incipientes (ASSOCIAÇÃO... 2010; ASSOCIAÇÃO..., 2011). A Política Nacional de Resíduos Sólidos (2011), baseada nas informações da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico de 2008, observa que mais de 90% da massa dos resíduos são destinados para aterramento (aterros sanitários, controlados e lixões). Os 10% restantes são distribuídos entre as unidades de compostagem, unidades de incineração, unidades de triagem e reciclagem, vazadouros em áreas alagadas e outros destinos. A distribuição da destinação final dos resíduos sólidos é demonstrada na tabela 1.

Tabela 1 - Quantidade diária de resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos encaminhados para diferentes formas de destinação final, para os anos 2000 e 2008

Destino Final	2000		2008	
	Quantidade (t/d)	%	Quantidade (t/d)	%
Aterro sanitário	49.614,50	35,4	110.044,40	58,3
Aterro Controlado	33.854,30	24,2	36.673,20	19,4
Vazadouros a céu aberto (Lixão)	45.484,70	32,5	37.360,80	19,8
Unidade de compostagem	6.364,50	4,5	1.519,50	0,8
Unidade de triagem para reciclagem	2.158,10	1,5	2.592,00	1,4
Unidade de incineração	483,10	0,3	64,80	<0,1
Vazadouro em áreas alagáveis	228,10	0,2	35,00	<0,1
Locais não fixos	877,30	0,6	SI	
Outra unidade	1.015,10	0,7	525,20	0,3
Total	140.080,70		188.814,90	

Fonte: SI: sem informação. Na Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008 não se utilizou essa opção como destino final.

Fonte: Instituto (2010a).

2.3 MODELO TEÓRICO DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Neste subcapítulo apresenta-se um modelo de gestão de resíduos sólidos baseado nos exemplos apresentados anteriormente, o qual, por sua vez, serviu de base para a construção de um novo padrão, levando em conta a relevância das variáveis, como foi apresentado no capítulo 5. Entre as referências utilizadas estão as dos seguintes autores: Puna; Baptista (2008);

Finnveden *et al.* (2005); Nunesmaia, (2002); Zanta; Ferreira, (2003); Tchobanoglous e Kreith, (2002); Econopoulos (2012); Othman *et al.* (2012).

Este modelo, constituído com as principais etapas de gestão presentes nos paradigmas apresentados anteriormente, tem como principal objetivo minimizar os rejeitos depositados no aterro sanitário (figura 26). Para isto, a primeira ação é a redução de resíduos na fonte geradora, associada a programas de educação ambiental. O acondicionamento seletivo, somado a uma coleta diferenciada, também facilita o tratamento.

As diversidades de tratamentos ampliam as possibilidades de redução de resíduos que seriam depositados no aterro sanitário. Existe também a possibilidade da inclusão social de carrinheiros e recicladores, por meio de programas na etapa de reciclagem, bem como a implantação de associações ou cooperativas.

A reciclagem e a compostagem podem servir como fonte de recursos financeiros, tanto para o município quanto para os associados ou cooperados. A compostagem também pode proporcionar um aproveitamento energético, juntamente com a incineração ou a combustão de resíduos.

Desta forma, seriam depositados nos aterros sanitários as cinzas da combustão ou incineração, além dos rejeitos dos tratamentos de reciclagem e compostagem que podem passar pelo tratamento calorífico antes de chegarem ao destino final.

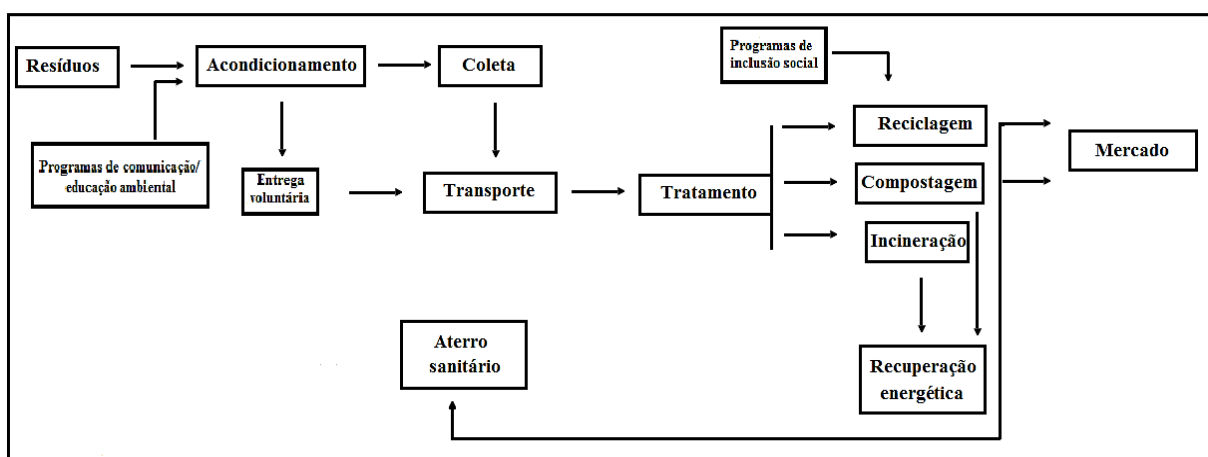


Figura 26 - Modelo teórico para gestão de resíduos sólidos urbanos baseado nos exemplos apresentados
Fonte: Elaborado pelo autor.

O próximo capítulo apresenta a metodologia da pesquisa utilizada para o desenvolvimento do trabalho.

3 METODOLOGIA

Este capítulo apresenta a metodologia e os procedimentos adotados para a realização desta pesquisa. Divide-se em três partes: na primeira, demonstra-se a abordagem metodológica utilizada; a segunda apresenta o planejamento e as técnicas de análise escolhidas, e a terceira parte trata dos aspectos que envolveram a operacionalização da pesquisa.

Para responder à questão de pesquisa deste trabalho, “quais são as variáveis relevantes aplicadas a uma gestão integrada de resíduos sólidos urbanos para proposição e avaliação de políticas públicas?”, foi utilizada uma série de procedimentos técnicos. Entre eles, o levantamento, caracterizado pela interrogação direta das pessoas, cujas informações sobre um determinado problema se deseja conhecer, mediante análise das respostas dadas (Gil, 2010).

A pesquisa de levantamento utilizou um questionário predominantemente fechado, com uma série de questões envolvendo a gestão de resíduos sólidos urbanos, em que os pesquisadores selecionados avaliavam as variáveis previamente selecionadas, por meio de uma escala *Likert*. Para a realização do levantamento das principais variáveis, foram realizadas primeiramente a pesquisa bibliográfica e a pesquisa documental, com o objetivo de construir o questionário, que foi utilizado no levantamento.

Com base nas respostas dadas pelos especialistas, construiu-se uma matriz com as relações diretas entre todas variáveis constituintes do sistema. Com base na matriz, selecionou-se as variáveis mais relevantes que influenciam de forma direta ou indireta a gestão de resíduos sólidos urbanos. Com a determinação das variáveis mais relevantes, avaliou-se a atual política de gestão de resíduos sólidos urbanos do município de Curitiba, destacando suas principais atividades e propondo implementações.

3.1 ABORDAGEM METODOLÓGICA

Com base nos critérios de classificação de pesquisas propostos por Gil (2010), a área de conhecimento desta pesquisa, segundo o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), é multidisciplinar, pois a temática “gestão de resíduos sólidos” é um problema transversal e afeta diretamente diversas áreas como, por exemplo, a administração, a economia, a engenharia, a biologia, a saúde e a tecnologia.

A pesquisa é de natureza aplicada, porque busca soluções concretas para problemas de fins práticos e reais (CERVO; BERVIAN, 2002). Os resultados obtidos poderão ser aplicados ou utilizados na solução dos problemas existentes (MARCONI; LAKATOS, 2003). Uma das aplicabilidades deste trabalho é colaborar com a Política Nacional de Resíduos Sólidos, como um instrumento referente à pesquisa científica e tecnológica de novos produtos, de processos, de métodos, de gestão, de reutilização, de reciclagem, de tratamento de resíduos e de disposição final adequada dos rejeitos (BRASIL, 2010a).

Com relação aos objetivos, é uma pesquisa exploratória, porque busca proporcionar uma maior familiaridade com o problema, por meio do levantamento bibliográfico e documental. É também descritiva, pois almeja descrever as características dos fenômenos e estabelecer relações entre as variáveis presentes no município estudado. Desta forma, os estudos exploratório-descritivos combinados têm por objetivo descrever completamente determinado fenômeno (MARCONI; LAKATOS, 2003); no caso, as variáveis mais relevantes para a gestão dos resíduos sólidos urbanos.

Do ponto de vista da abordagem, a pesquisa é predominantemente qualitativa, ainda que possua aspectos quantitativos. A pesquisa qualitativa possibilita explorar dimensões subjetivas, descobertas, descrição, compreensão e busca de particularidades (MOREIRA; CALEFFE, 2006), referentes às diversas variáveis existentes na gestão de resíduos sólidos urbanos, sendo avaliadas pelo conhecimento/ opinião de especialistas da área.

A abordagem quantitativa refere-se à escolha das principais variáveis analisadas pelos especialistas, por meio de um questionário. Após isto, as variáveis selecionadas foram ponderadas. Com base nelas, uma nova abordagem quantitativa foi realizada no tratamento das ponderações. A pesquisa foi finalizada com uma nova abordagem qualitativa, envolvendo as variáveis mais relevantes e a atual situação delas na cidade de Curitiba.

Os procedimentos técnicos utilizados, em um primeiro momento, foram as pesquisas bibliográfica e a documental. A pesquisa bibliográfica foi elaborada com base em livros, artigos, manuais, dissertações e teses; a pesquisa documental foi realizada com base em documentos oriundos dos diversos órgãos do governo, como o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o Ministério das Cidades, o Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão de Resíduos Sólidos (SINIR), o Instituto Brasileiro de Administração Municipal, as Secretarias Municipais, além de Decretos e Leis. Foram utilizadas também as pesquisas realizadas pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais, procedimentos que serviram para a fundamentação e elaboração do questionário.

Em um segundo momento, o questionário serviu para o levantamento das principais variáveis presentes na gestão de resíduos sólidos. Para Gil (1989), o questionário é uma das mais importantes técnicas para obtenção de dados, possibilitando uma investigação que objetiva conhecer a opinião das pessoas, suas crenças, interesses e expectativas, possuindo vantagens como atingir um grande número de indivíduos de diferentes locais geográficos, não expondo as pessoas a influência de opiniões, além de garantir o anonimato dos participantes (GIL, 1989).

O levantamento seguiu a metodologia da técnica Delphi, contando com a participação inicial de 120 especialistas, como professores e pesquisadores referentes ao tema das diversas instituições de ensino superior do país. O procedimento possibilitou identificar as variáveis mais relevantes na gestão de resíduos sólidos urbanos. Com essa identificação, foi possível aferir relações diretas entre as variáveis constituintes do sistema e compor uma matriz.

A matriz foi tratada pela técnica de análise estrutural multivariada: as variáveis mais relevantes foram identificadas de acordo com sua influência e dependência direta e indireta dentro do sistema. Com base na identificação das variáveis foi realizado um estudo de vasa da avaliação das políticas de gestão de resíduos sólidos urbanos da cidade de Curitiba.

3.2 PLANEJAMENTO

Para Marconi e Lakatos (2003), a pesquisa é um procedimento formal, que conta com um método de pensamento reflexivo, além de requerer um tratamento científico, constituindo um meio para conhecer a realidade ou para descobrir verdades parciais. Como ela se desenvolve em diversas etapas, é fundamental possuir um planejamento. De forma geral, a pesquisa passou pelas etapas descritas por Marconi e Lakatos (2003):

- Preparação da Pesquisa

1. Decisão.
2. Especificação dos objetivos.
3. Elaboração de um esquema.
4. Constituição da equipe de trabalho.
5. Levantamento de recursos e cronograma.

- Fases da Pesquisa

1. Escolha do tema.
 2. Levantamento de dados.
 3. Formulação do problema.
 4. Definição dos termos.
 5. Construção de hipóteses.
 6. Indicação de variáveis.
 7. Delimitação da pesquisa.
 8. Amostragem.
 9. Seleção de métodos e técnicas.
 10. Organização do instrumental de pesquisa.
 11. Teste de instrumentos e procedimentos.
- Execução da Pesquisa
1. Coleta de dados.
 2. Elaboração dos dados.
 3. Análise e interpretação dos dados.
 4. Representação dos dados.
 5. Conclusões.
- Relatório de Pesquisa

O quadro 28 apresenta a estrutura da pesquisa com as principais atividades desenvolvidas.

Continua

Pesquisa	Técnica	Atividade	Materiais	Informação	Atores-Objeto de pesquisa	Resultado
Fase exploratória/ descritiva	Pesquisa bibliográfica	Revisão da literatura	Livros, artigos, teses, dissertações	Gestão e gerenciamento de resíduos sólidos urbanos	Diversos autores	Capítulo 2
	Pesquisa bibliográfica	Revisão de literatura	Livros, artigos, teses, dissertações	Políticas públicas	Diversos autores	Capítulo 2
	Pesquisa bibliográfica	Revisão de literatura	Artigos, teses, dissertações	Estudos prospectivos	Diversos autores	Capítulo 2,
	Análise Documental	Revisão de literatura	Documentos institucionais	Gerenciamento e gestão de resíduos sólidos dados e informações	Órgãos privados e públicos	Capítulo 2
Fase explicativa/ analítica	Seleção dos especialistas	Busca na Plataforma Lattes e Portal Inovador	Bancos de dados da Plataforma Lattes e Portal Inovador	Principais especialistas sobre o tema de pesquisa	Diversos Especialistas	Capítulo 3
	Seleção dos especialistas/ técnica <i>Delphi</i>	Preenchimento do primeiro questionário	Questionário digital	Aderência do especialista com a pesquisa de dissertação	Diversos especialistas	Capítulo 4

Conclusão

Pesquisa	Técnica	Atividade	Materiais	Informação	Atores-Objeto de pesquisa	Resultado
Fase explicativa/analítica	Técnica <i>Delphi</i>	Preenchimento do segundo questionário	Questionário	Identificação das principais variáveis	Especialistas: pesquisadores e professores	Capítulo 4
Fase explicativa/analítica	Matriz de Impactos Cruzados e Multiplicações Aplicadas a uma Classificação	Prospecção	<i>Software MICMAC</i> ©	Identificação das principais variáveis	Especialistas: pesquisadores e professores	Capítulo 4
Fase explicativa/analítica	Estudo de caso	Estudo comparativo	Documentos e informações presentes no site da prefeitura	Atual situação das principais variáveis encontradas no município de Curitiba	Variáveis	Capítulo 4
Fase explicativa/analítica	Análise do conteúdo	Considerações finais	Análise dos resultados	Considerações finais e recomendações de trabalhos futuros	Resultados	Capítulo 5

Quadro 28 - Estrutura da metodologia de pesquisa

Fonte: Elaborado pelo autor (2013).

3.3. OPERACIONALIZAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa é voltada para a definição de variáveis que apoiem a prospecção para a gestão de resíduos sólidos urbanos, ou seja, a determinação das variáveis relevantes para proposição e avaliação de políticas públicas para a gestão resíduos sólidos urbanos. Uma melhor definição sobre a prospecção é descrita a seguir. Os demais subcapítulos descrevem metodologicamente as etapas realizadas para o desenvolvimento desta pesquisa.

3.3.1 Prospecção e os estudos prospectivos

O pensar e o imaginar o futuro foram e ainda são temáticas de diversos livros, filmes, seriados, entre outros. Para alguns, esta visão de futuro palpável em médio ou em longo prazo não passa de ficção. Mas discutir e buscar modelar o futuro são atividades tão antigas quanto a própria história do homem (SANTOS *et al.*, 2004), pois há muito tempo as incertezas do futuro causaram e causam preocupações ao indivíduo, o que gerou buscas por métodos e ferramentas que procuram elucidar o futuro de forma mais coerente (GODET, 2012).

O mundo de hoje é cada vez mais dinâmico e interconectado econômica, tecnológica e politicamente. O pensar no futuro tornou-se um exercício complexo e desafiador (WRIGHT; SPERS, 2006). Ter a capacidade de antecipar as oportunidades e ameaças tornou-se vital em ambientes de mudanças, o que exigiu respostas rápidas, efetivas, criativas e inovadoras (CANONGIA *et al.*, 2002).

Desta forma, por mais que o futuro seja incerto, há evidências que as tentativas sistemáticas de ganhar perspectiva sobre o presente e possíveis situações futuras têm sido úteis (COELHO, 2003). Assim, são fundamentais para alcançar um futuro desejável, porque sem uma visão ampla e de forte embasamento técnico sobre determinada área de interesse, um empreendimento estratégico fundamentado somente em informações superficiais da realidade, conta não mais do que o acaso para ser um sucesso (CORDEIRO; DERGINT, 2012). Uma das razões para estudar o futuro é alargar os horizontes intelectuais e conscientizar as pessoas sobre os fatores fora de suas preocupações normais (COATES, 2003).

Ainda com a evolução dos métodos convencionais de previsão, não foi possível oferecer respostas eficazes sobre o futuro da sociedade, porque rupturas e descontinuidades não são percebidas por estes métodos (GODET, 2012). Assim, é um grande desafio para as organizações públicas e privadas desenvolverem avanços técnico-científicos e sociais para tratar da complexidade dos fenômenos que impactam a sociedade (GODET, 2012). É com a expansão dos estudos prospectivos em diversas áreas e com modificações na metodologia, bem como o desenvolvimento de novas ferramentas e o englobamento de outras, que o ser humano conseguiu atualmente evidenciar cada vez mais pesquisas e reflexões sobre técnicas de previsão e prospecção, que vem sendo aprimorados constantemente (RUTHES, 2007).

Para chegar a todo este desenvolvimento foi preciso ir além do exercitar, do refletir, do debater e do moldar o futuro, foi necessário buscar ir além do conhecido, admitir a entrada de novas ideias e posicionamentos, no compartilhamento de assuntos inquietantes e provocativos para construir os meios pelos quais se chega ao futuro (SANTOS *et al.*, 2004). As técnicas e metodologias apresentaram um grande impulso em meados de 1950, em que as investigações e métodos ficaram cada vez mais complexos, estruturados e populares no mundo acadêmico e empresarial (RUTHES, 2007).

No Brasil, foi na década de 1980 que surgiram várias instituições que desenvolveram importantes trabalhos prospectivos (THIESEN, 2009). Foi nessa mesma época que os estudos prospectivos sofreram grande expansão, destaque para os pesquisadores Bell, Kahnemann, Tverski, Schwartz, Porter, Godet, entre outros (THIESEN, 2009). Com o crescimento dos estudos prospectivos, o seu valor se tornou mais gradualmente conhecido, procurado e praticado em todos os níveis de negócios (COATES, 2003), gerando novas definições e aplicações que serão apresentadas a seguir.

Segundo Mayerhoff (2008), existem diversas definições e termos para os estudos prospectivos, desde a adaptação do idioma até as diferentes abordagens e metodologias utilizadas na sua elaboração. Para Coates (2003), os estudos de futuro auxiliam a tomada de decisão em curto, médio e longo prazo, buscando compreender e agir sobre as complexas cadeias de causalidades por meio de reflexões sistemáticas, pensamentos criativos, conceitos, experimentações e antecipações. O propósito dos estudos de prospecção, segundo Mayerhoff (2008), não é desvendar o futuro, mas delinear e esboçar visões possíveis e desejáveis para que sejam realizadas hoje escolhas, que colaboram de forma mais positiva na construção da posteridade.

Kupfer e Tigre (2004) definem a prospecção tecnológica como um meio de mapear sistematicamente os desenvolvimentos científicos e tecnológicos futuros que podem influenciar de forma significativa diversas áreas, como a economia, a indústria ou a sociedade. Godet *et al.* (2000) define a Prospectiva como um sonho que é fecundado na realidade: seu desejo é a força produtiva do futuro; a antecipação ilumina a pré-atividade e a pró-atividade. A prospectiva não tem a ambição de prever o futuro, mas sim expor incertezas do porvir que poderão impactar a sociedade. Trata-se de um método estruturado, que conta com inúmeras ferramentas, visando à preparação estratégica. “Para a prospectiva, o futuro não pode ser controlado, mas a sociedade pode influenciá-lo” (GODET, 2012, p. 9).

De acordo com Ruthes, do Nascimento e de Souza (2012), o princípio básico da Prospectiva Estratégica está relacionado à preparação do porvir. Para Schneider *et al.* (2012), a prospectiva estratégica é uma das metodologias mais difundidas e que permite a construção de estudos futuro, pois é uma ferramenta de apoio à decisão, que objetiva pautar ações no presente à luz dos futuros possíveis. A prospectiva estratégica busca antecipar as consequências em longo prazo, compondo também o campo da atividade política e intelectual, relacionando todos os setores da vida social, cultura, política e econômica, visando agir e compreender as complexas cadeias de causalidades (SCHNEIDER *et al.*, 2012). Para estes mesmos autores, os estudos possuem também o intuito de analisar e criar alternativas nas trajetórias do desenvolvimento, subsidiando a construção de projetos futuros e permitindo que se tomem as melhores decisões em curto prazo.

Conforme Santos *et al.* (2004), no Brasil, os termos prospecção, prospectiva e estudos do futuro têm sido utilizados de forma similar, sendo a denominação “prospecção em ciência, tecnologia e inovação”, a mais adequada para esta atividade, justificada pela evolução dos conceitos e das práticas que procuram incorporar elementos sociais, culturais e estratégicos aos exercícios prospectivos, assim incluindo interações entre tecnologia e sociedade (SANTOS *et al.*, 2004). Schneider *et al.* (2012) possuem esta mesma visão, ao afirmar que a aplicação de técnicas prospectivas possibilita a realização de análises de sistemas sociais que permitem identificar tendências futuras, conhecer a atual situação e analisar o impacto do desenvolvimento científico e tecnológico na sociedade.

Segundo Coelho (2003, p. 6), os termos estrangeiros empregados para a prospecção são *forecast (ing)*, *foresight (ing)* e *future studies*; na França, são *Veille Technologique*, *Futuribles* e *La Prospective*. Bassi (2011) sintetiza as seguintes definições para estes termos (Quadro 29):

Termo	Definição
<i>Forecast (Ing)</i> (previsão)	Designa as atividades de prospecção com foco nas mudanças tecnológicas. Seu interesse é centrado em novas tecnologias, em mudanças incrementais e em descontinuidades em tecnologias existentes.
<i>Foresight (Ing)</i> (visão)	Ocupa-se em examinar, sistematicamente, o futuro de longo prazo da ciência, da tecnologia, da economia e da sociedade, com o objetivo de identificar as áreas de pesquisas estratégicas e as tecnologias emergentes.
<i>Future Studies</i>	Campo da atividade intelectual e política a respeito de todos os setores. Busca descobrir e dominar as complexas cadeias de causalidades, por meio de conceitos, reflexões sistemáticas, experimentações, antecipações e criatividade.
<i>Futuribles</i>	Termo relacionado aos futuros possíveis.
<i>La Prospective</i>	Representa um enfoque, normalmente desejado, enfatizando a importância da inserção do pensamento alternativo e de longo prazo no processo decisório.
<i>Veille Technologique</i>	Observação e análise da evolução científica, técnica, tecnológica e dos impactos econômicos reais ou potenciais para identificação de ameaças e oportunidades de desenvolvimento da sociedade.
Prospecção	Estudos conduzidos para se obter mais informação sobre eventos futuros, de tal forma que as decisões de hoje sejam mais solidamente baseadas no conhecimento tácito e explícito disponível.
Estudo do futuro	Termo geral que abrange todos os tipos de estudos relacionados à tentativa de antecipar ou construir o futuro.
Prospectiva	Conjunto de investigações que dizem respeito à evolução da humanidade.

Quadro 29 - Termos utilizados em prospecção e suas definições

Fonte: Bassi (2011).

Desta maneira, os Estudos de Prospecção constituem um instrumento básico para a fundamentação nos procedimentos de tomada de decisão nos diversos níveis da sociedade (MAYERHOFF, 2008), sendo aplicados em diferentes áreas. A Prospectiva é frequentemente estratégica, senão pelas suas consequências ao menos pelas suas intenções (GODET *et al*, 2000), pois agrega valores às informações do presente, transformando-as em conhecimento, auxiliando assim os tomadores de decisão e os formuladores de políticas na construção de suas estratégias e identificando rumos e oportunidades futuras (SANTOS *et al*, 2004).

3.3.2 Prospectiva estratégica

Segundo Ruthes (2007), a Prospectiva Estratégica foi desenvolvida pelo pesquisador francês Michel Godet, vinculado ao *Laboratoire D'Investigation Em Prospective, Stratégie Et Organisation* (LIPSOR), ligado ao *Conservatoire National Des Arts Et Métiers* (CNAM), Paris, França. Godet não criou nem desenvolveu todas as ferramentas para a prospectiva estratégica,

mas soube utilizar os instrumentos que existiam. Com o passar do tempo, novas ferramentas e metodologias foram desenvolvidas e incorporadas.

Segundo Godet *et al.* (2000), existem cinco questões fundamentais para a execução da Prospectiva Estratégica (Quadro 30), as que estão relacionadas com a exploração do futuro e a preparação das ações futuras.

Número	Questões
1	“Que pode acontecer no futuro?”
2	“Que posso fazer?”
3	“Que vou fazer?”
4	“Como vou fazê-lo?”
5	“Quem sou eu?”

Quadro 30 - Cinco questões fundamentais para Prospectiva Estratégica

Fonte: Godet *et al.* (2000).

A questão sobre a identidade (questão 5), frequentemente negligenciada, é o ponto de partida da metodologia de análise estratégica (GODET *et al.*, 2000). A Prospectiva ocupa-se apenas com a questão “Que pode acontecer?”. Torna-se estratégica quando uma organização se interroga sobre “Que posso fazer?”, conseqüentemente partindo para as questões seguintes “Que vou fazer?” e “Como vou fazê-lo?”. Surge, então, a sobreposição entre a Prospectiva (previsão) e a Estratégia (GODET *et al.*, 2000).

Com relação às atitudes possíveis face ao futuro, Godet *et al.* (2000), descreve quatro atitudes possíveis (Quadro 31).

Atitude	Ação
Passivo	Aquele que sofre com as mudanças.
Reativo	Aquele que espera as mudanças acontecerem para depois agir.
Pré-ativo	Aquele que se prepara para as mudanças previsíveis.
Pró-ativo	Aquele que atua como provocador de mudanças desejáveis.

Quadro 31 – Atitudes possíveis face ao futuro

Fonte: Godet *et al.* (2000).

Godet *et al.* (2000) também descreve cinco ideais chaves para a prospecção (quadro 32).

Ideia Chave	Descrição
O mundo muda, mas os problemas mantêm-se	Problemas e dificuldades podem ser explicados pela falta de qualidade da gestão, pela sua incapacidade em antecipar, em inovar, em motivar os homens, mas também pelo esquecimento das lições do passado que são ricas de ensinamentos.
Os atores como elementos-chave nos pontos de bifurcação	Identificar bifurcações dentro do leque dos futuros possíveis, em um mundo complexo, tomando as melhores decisões para o futuro desejável.
Contra a complicação do complexo	Buscar fazer o simples, evitando a utilização/desenvolvimento de instrumentos complexos para ler o atual mundo complexo.
Colocar as boas questões e desconfiar das ideias feitas	As ideias feitas presentes na atualidade e/ou dominantes, devem ser olhadas com desconfiança, porque são geralmente fonte de erros de análise e de previsão. Desta forma, para a prospectiva é necessário despertar as consciências adormecidas sobre falsas certezas. A boa questão, que devemos colocar, é como ser rentável com a dimensão que temos?
Da antecipação à ação, pela apropriação	A visão global é necessária para a ação local e o sucesso de projeto passa pela apropriação. É a reflexão prospectiva coletiva sobre as ameaças e oportunidades, que dá conteúdo à mobilização e permite a apropriação da estratégia. A apropriação intelectual e afetiva constitui em uma passagem obrigatório para que a apropriação se cristalice em ação eficaz.

Quadro 32 – As cinco ideias chaves da prospectiva

Fonte: Godet *et al.* (2000).

Após esta explanação dos questionamentos referentes a prospectiva estratégica e a definição de prospecção, o subcapítulo a seguir apresenta algumas aplicações práticas das atividades prospectivas.

3.3.3 Aplicação, metodologia e ferramentas da prospecção

Os exercícios prospectivos têm sido considerados fundamentais para promover a capacidade de organização de sistemas de inovação que respondam aos interesses da sociedade (SANTOS *et al.*, 2004). A análise prospectiva colabora para o descobrimento e reflexão de alternativas através do pensar, planejar e agir (SILVA; DO NASCIMENTO; DE SOUZA, 2012).

A prospectiva serve como ferramenta para inúmeras aplicações, convergindo para alcançar o futuro desejado, minimizando os possíveis riscos sociais, tecnológicos, ambientais e políticos, entre outros. Sua contribuição é ampla e está presente em diversas áreas como a

militar, econômica, educacional, política e ambiental, envolvendo as mais diversas instituições seja ela pública ou privada, de pequeno ou grande porte (COATES *et al.*, 2001; THIESEN, 2009).

Os sentidos das mudanças não são consistentes ao longo do tempo: desta forma, são necessários métodos diferentes de prospecção (COATES *et al.*, 2001). A adaptação de metodologias, a utilização de ferramentas de outras áreas do conhecimento e a criação de novos instrumentos podem complementar-se, apresentando resultados ou considerações mais consistentes e próximas da realidade. A lista de campos de estudo relacionados com a temática de explorar o futuro é grande, e tende a crescer ainda mais (SANTOS *et al.*, 2004). A reflexão sobre as diferentes abordagens, técnicas e métodos deve ser vista como um meio para aperfeiçoar a atividade prospectiva e os seus resultados (SANTOS *et al.*, 2004).

É comum, hoje em dia, um estudo prospectivo envolver o uso de múltiplos métodos ou técnicas, qualitativos e quantitativos, de modo a complementar as diferentes características de cada um, buscando compensar as possíveis falhas trazidas pelo uso de técnicas ou métodos isolados, bem como a escolha dos métodos e técnicas dependem intrinsecamente de cada situação (SANTOS *et al.*, 2004).

A prospectiva estratégica é composta por diversas ferramentas que podem ser utilizadas de forma isolada ou em sequência, com a utilização dos instrumentos mais pertinentes para cada caso, além de contar com uma prospectiva coerente, recursos disponíveis, tempo e pessoal qualificado (RUTHES, DO NASCIMENTO e DE SOUZA, 2012).

Com relação as principais metodologias e técnicas utilizadas nos estudos prospectivos, Bassi *et al.* (2012) apresenta uma síntese de suas características (quadro 33):

Continua

Metodologia	Característica
Opinião de Especialistas	Método qualitativo, baseado em opinião de especialistas, utilizado para complementar as informações obtidas e captação de conhecimentos tácitos, sinais fracos e <i>insights</i> . Delphi, painéis de especialistas, entrevistas, encontros, levantamento, são exemplos deste método.
Cenários	Instrumentos para ordenar percepções sobre ambientes futuros alternativos, sobre as quais as decisões atuais se basearão. Busca construir representações do futuro que destacam as tendências dominantes e as possibilidades de ruptura no ambiente em que estão localizadas as organizações.
Modelagem e simulação	Tentativas de identificar certas variáveis e criar modelos computacionais, jogos ou sistemas nos quais se pode visualizar a interação entre as variáveis ao longo do tempo.

Conclusão

Metodologia	Característica
Monitoramento e Sistemas de Inteligência	Constituem fontes básicas de informação relevante. Monitorar significa observar, checar e atualizar-se em relação aos desenvolvimentos, numa área de interesse bem definida, para uma finalidade bem específica.
Tendências	Utiliza técnicas matemáticas e estatísticas para extrapolar séries temporais para o futuro. Coleta-se informação sobre uma variável ao longo do tempo e, em seguida, essa informação é extrapolada para um ponto no futuro.
Métodos descritivos e matrizes	Ampliação da criatividade individual ou coletiva para identificar futuros alternativos. Necessitam de especialistas, boas séries de dados, estruturas, compreensão da modelagem e das tecnologias da informação e comunicação.
Métodos estatísticos	Procuram identificar e medir o efeito de uma ou mais variáveis independentes, importantes sobre o comportamento futuro de uma variável dependente.
Criatividade	Meio de ampliar a habilidade de visualizar futuros alternativos. Alguns métodos contribuem para aprimorar esta característica naqueles que trabalham com prospecção ou gestão de tecnologia, como por exemplo, o <i>Brainstorming</i> e o <i>Brainwriting</i> . Indicada para ser usada no início do processo.
Avaliação / Decisão	Incluem o tratamento de múltiplos pontos de vista para priorizar ou reduzir fatores que devem ser considerados. Diferentes abordagens vêm sendo adaptadas e utilizadas, como o processo de hierarquias analíticas (AHP) e árvores de relevância. Quem decide pode expressar preferências e estabelecer prioridades.

Quadro 33 - Principais metodologias e técnicas utilizadas em estudos prospectivos

Fonte: Bassi (2012).

Segundo Bassi *et al.* (2012), é preciso lembrar que cada método, técnica ou ferramenta possui desvantagens e vantagens. Santos *et al.* (2004) demonstram (Quadro 34) alguns pontos fortes e fracos dos principais métodos e técnicas na prospectiva.

Continua

Método	Pontos Fortes	Pontos Fracos
Monitoramento & Sistemas de Inteligência	Fornecer uma grande quantidade de informação, oriunda de um diversificado número de fontes. Pode ser usado no início da prospecção, como contextualização inicial do tema e, ao final, como forma de manter os temas críticos permanentemente atualizados.	Pode resultar no excesso de informação, não-seletiva e não-analisada. As informações, por si, estão mais relacionadas ao passado e ao presente, portanto, só a análise pode dar a perspectiva do futuro.
Tendências	Fornecer previsões substanciais, baseadas em parâmetros quantificáveis. É particularmente preciso no curto prazo.	Requer dados históricos consistentes e coletados ao longo de um período razoável de tempo. Só funciona para parâmetros quantificáveis. É vulnerável a mudanças bruscas e descontinuidades. Pode ser perigosa quando se faz projeções de longo prazo.

Conclusão

Método	Pontos Fortes	Pontos Fracos
Opinião de especialistas	Permite a identificação de muitos modelos e percepções internalizados pelos especialistas que os tornam explícitos. Permite que a intuição encontre espaço na prospecção. Incorpora à prospecção aqueles atores que realmente entendem da área que está sendo prospectada.	Muitas vezes é difícil identificar os especialistas. Muitas vezes as projeções que fazem são erradas ou preconceituosas. Às vezes são ambíguas e divergentes entre especialistas da mesma área.
Cenários	Apresentam retratos ricos e complexos dos futuros possíveis. Incorporam uma grande variedade de informações qualitativas e quantitativas produzidas por meio de outros métodos de prospecção. Normalmente incorporam elementos que permitem ao tomador de decisão definir a ação.	Algumas vezes são mais fantasia do que prospecção, principalmente, quando se identifica o futuro desejado sem considerar as restrições e barreiras a serem ultrapassadas para chegar até lá.
Métodos descritivos e matrizes; métodos estatísticos; modelagem e simulação	Modelos podem exibir comportamento de sistemas complexos simplesmente pela separação de aspectos importantes. Alguns sistemas oferecem possibilidades de incorporação do julgamento humano. Fornecem excelentes percepções e análises sobre o comportamento de sistemas complexos. Possibilitam o tratamento analítico de grandes quantidades de dados.	Técnicas sofisticadas podem camuflar falsos pressupostos e apresentar resultados de má qualidade. Alguns modelos e simulações contêm pressupostos essenciais que devem ser testados para ver sua aplicabilidade ao estudo. Todos os modelos requerem adaptações antes de serem usados e devem ser validados. O sucesso na previsão de um comportamento histórico não garante a previsão bem-sucedida do futuro. As fontes de dados usadas em <i>data</i> e <i>text mining</i> devem ter certo grau de padronização para que a análise não induza a erros.
Criatividade	Aumenta a habilidade de visualizar futuros alternativos. Diminui as visões preconcebidas dos problemas ou situações. Encoraja a criação de um novo padrão de percepção. É excelente para ser usada no início do processo.	O coordenador ou líder do grupo deve ter capacidade de condução do processo para evitar descaminhos. Se mal conduzido, pode levar à futurologia e descrédito do processo.
Avaliação/ Decisão	Ajudam a reduzir a incerteza no processo decisório. Auxiliam no estabelecimento de prioridades quando há um número grande de variáveis a serem analisadas.	É preciso ter consciência de que os métodos reduzem, mas não eliminam a incerteza no processo decisório.

Quadro 34– Pontos fortes e fracos das principais metodologias e técnicas na prospectiva

Fonte: Santos *et al.* (2004).

Entre as metodologias citadas anteriormente, a utilizada para o desenvolvimento desta pesquisa foi a opinião de especialistas, por meio de um questionário, com auxílio da técnica Delphi. Dentre os principais instrumentos utilizados na Prospectiva Estratégica (Ruthes, 2007), destacam-se as seguintes ferramentas (Quadro 35).

Principais ferramentas para prospecção tecnológica	
1	Oficina de Prospectiva Estratégica
2	Análise estrutural multivariada – MICMAC [®] ;
3	Mapeamento do jogo de atores – MACTOR [®]
4	Análise morfológica – MORPHOL [®]
5	Probabilidade de cenários – SMIC-PROB-EXPERT [®]
6	Avaliação de opções estratégicas – MULTIPOL [®]

Quadro 35 – Principais ferramentas utilizadas na prospecção estratégica

Fonte: Adaptado de Ruthes, (2007).

Entre as ferramentas destacadas acima, foi utilizada para a pesquisa a ferramenta: análise estrutural multivariada (MICMAC[®]), descrita posteriormente.

Na figura 27 são apresentadas as etapas da metodologia: em preto, as fases já descritas, como é o caso dos subcapítulos ‘abordagem metodológica e planejamento’. O subcapítulo “operacionalização da pesquisa” foi apresentado parcialmente; os demais itens deste subcapítulo, em azul, serão descritos posteriormente: são os passos realizados para alcançar os objetivos específicos e, conseqüentemente, o objetivo geral.

Inicia-se com descrição das etapas para construção da fundamentação propriamente dita, além da seleção das variáveis para o questionário de levantamento e a construção de um modelo teórico para a gestão integrada de resíduos sólidos urbanos. O item seguinte apresenta a elaboração do questionário.

A técnica Delphi demonstra a estruturação do levantamento junto aos especialistas. O item seguinte apresenta a forma de seleção dos especialistas; o posterior, demonstra o procedimento realizado para a realização do levantamento. O penúltimo item apresenta como foi realizada a análise multivariada e o último item apresenta porque o município de Curitiba foi escolhido para a avaliação da gestão de resíduos sólidos urbanos, além dos procedimentos adotados para a avaliação.

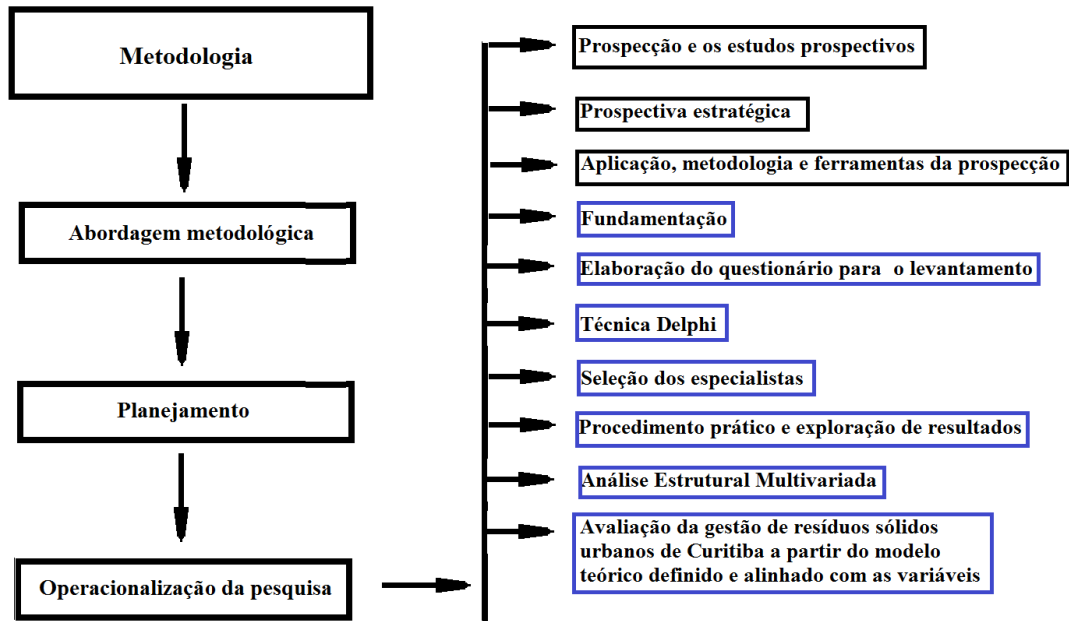


Figura 27 – Sequência das etapas realizadas para execução da pesquisa
 Fonte: elaborado pelo autor.

3.3.4 Fundamentação

Para o começo do desenvolvimento deste trabalho foram realizados dois procedimentos técnicos: a pesquisa bibliográfica e a pesquisa documental. Ambas serviram para a construção da fundamentação, para a elaboração de um modelo teórico para a gestão de resíduos sólidos urbanos e para a produção de um questionário.

A pesquisa bibliográfica começou com a busca de artigos no portal de periódicos da Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), utilizando principalmente as seguinte palavras-chave: gerenciamento/gestão de resíduos sólidos urbanos, ligadas a outras palavras como prospecção e técnica Delphi.

Foram realizadas também buscas por dissertações e teses, especialmente no banco da Universidade de São Paulo (USP), envolvendo as mesmas palavras-chave mencionadas anteriormente. Para complementar a pesquisa bibliográfica, foram feitas busca em livros e outras fontes de dados e informações.

A pesquisa documental foi realizada com a busca, sobretudo, das seguintes fontes citadas por Santos (2000): projetos de lei, ofícios, informativos, documentos informativos arquivados em repartições públicas e associações, ligadas aos Ministérios do Meio Ambiente, das Cidades, além da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos

Especiais. Foram diversos documentos obtidos na Internet, em sua maioria atrelados aos órgãos do Estado, maiormente leis, normas técnicas, informações e dados estatísticos relacionados ao tema de pesquisa. Outros documentos utilizados foram as pesquisas realizadas por associações privadas.

Entre as diversas fontes utilizadas na fundamentação, as mais utilizadas foram os dos seguintes autores/ instituições: Monteiro *et al.* (2001), Schalach *et al.* (2002), Tchobanoglous e Kreith (2002), Zanta e Ferreira (2003), United...(2009), Brasil (2010a), Brasil (2010b), Brasil (2010c), Fundação... (2012a), Fundação... (2012b), Associação... (2011 e 2012) e Othman *et al.* (2012).

3.3.5 Elaboração do questionário para o levantamento

O levantamento, como procedimento técnico, foi utilizado de acordo com Gil (2010), para a busca de informações, em um grupo de pessoas, acerca de um determinado problema para, em seguida, mediante análise quantitativa, obter as conclusões correspondentes aos dados coletados.

Para a realização do levantamento, foi elaborado um questionário predominantemente por questões fechadas. O questionário foi dividido em duas partes, sendo a primeira referente a opinião dos especialistas sobre questões gerais relacionadas à gestão integrada de resíduos sólidos urbanos; a segunda parte expressa o juízo dos especialistas sobre as variáveis específicas da gestão de resíduos sólidos urbanos encontrados na pesquisa bibliográfica e documental. Nesta segunda parte, há também uma questão aberta, em que os participantes tinham a possibilidade de complementar a gama de variáveis já expostas.

Para a elaboração do questionário, foram realizadas as pesquisas bibliográfica e documental, a fim de obter as variáveis presentes na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos e os seus conceitos, processo que envolveu duas fases: a exploração dos resultados e sua interpretação. Na exploração foram selecionados temas ou palavras relacionadas ao tema de pesquisa.

Foram escolhidas ações presentes na gestão de resíduos sólidos urbanos que possuíam maior relevância quanto aos materiais selecionados. A análise foi baseada em temas ou palavras que tiveram constante repetição, cessando com ausência de novas variáveis (BARDIN, 1977).

Após a identificação e interpretação, as variáveis foram conceituadas para elaboração das questões, referentes ao questionário (Ver apêndice A). O questionário foi encaminhado para os especialistas pré-selecionados, que contribuiram com a avaliação e complementação das variáveis, de acordo com procedimento estruturado na técnica Delphi.

3.3.6 Técnica Delphi

Nos últimos anos, os métodos de prospecção têm sido utilizados na pesquisa científica, destacando-se o método Delphi, um dos mais apropriados entre os subjetivos (SANTOYO, 2012). A técnica Delphi tornou-se uma ferramenta essencial na área da administração, projeções tecnológicas e na operação de pesquisas. A incorporação de informações subjetivas para pesquisa é uma necessidade crescente, em particular na avaliação de modelos que apresentam problemas complexos presentes na sociedade, como meio ambiente, transportes, saúde, comunicações, economia, educação, sociologia, entre outros (CRESPO, 2007).

Segundo Linstone e Turoff (2002), entre as várias áreas em que o Delphi já foi utilizado e desenvolvido estão: explorar as opções de planejamento urbano e regional, delinear os prós e contras associados a opções políticas possíveis, exposições de prioridades de valores pessoais, objetivos sociais. Para Godet *et al.* (2000), o método pode ser utilizado tanto no domínio da tecnologia, da gestão, da economia como das ciências sociais.

O Delphi é um dos métodos subjetivos de previsão mais confiável, retratando a evolução de situações complexas, por meio da elaboração de estatística de opiniões de especialistas sobre o assunto (CRESPO, 2007). Entre suas principais características estão o anonimato dos participantes que compõem o grupo, garantindo aos participantes tranquilidade em defender seus argumentos (SANTOYO, 2012).

O método consiste na organização de um diálogo com especialistas por meio de questionários, a fim de obter um consenso geral ou, pelo menos, razões para a discrepância. O confronto de pontos de vista é feito por meio de uma série de perguntas sucessivas, entre cada uma das quais as informações obtidas passam por um tratamento estatístico – matemático (CRESPO, 2007).

Para Linstone e Turoff (2002), o Delphi é um método para estruturar a comunicação em grupo e promover, de modo eficaz, que um grupo de indivíduos, como um todo, lide com

um problema complexo. De acordo com Coelho *et al.* (2011), o método consiste numa metodologia de pesquisa caracterizada pela consulta a um grupo de especialistas por meio de questionários, a fim de chegar a um consenso em relação ao assunto ou problema.

Segundo Godet *et al.* (2000), o objetivo do método é evidenciar as convergências de opinião e destacar consensos sobre o assunto, pela interrogação de peritos, por meio de questionários sucessivos, assim prestando esclarecimentos sobre zonas de incerteza, colaborando na tomada de decisões.

De acordo com Godet *et al.* (2000) e Crespo (2007), o método possui três fases. A primeira é a formulação do questionário, descrito anteriormente. As outras duas são a seleção dos especialistas e o procedimento prático e exploração de resultados, detalhados nos próximos subcapítulos.

3.3.7 Seleção dos especialistas

A seleção dos especialistas foi realizada em duas etapas. A primeira etapa foi a pré-seleção de 120 especialistas na plataforma Lattes⁴, com base na busca por currículos. A pesquisa utilizou alguns critérios como pesquisadores com doutorado e vínculo com alguma instituição de ensino, sem exigir uma determinada formação, ou seja, estava aberta a todas formações acadêmicas, a todas as instituições e regiões. As palavras-chave utilizadas para a busca foram: resíduos sólidos urbanos.

Optou-se pela escolha de professores pesquisadores, nesta etapa da pesquisa, por alguns motivos. Entre eles, a sua experiência na área e na pesquisa, sua neutralidade de decisão, pois se supõe que não possuam vínculo direto com os responsáveis pelo gerenciamento e gestão de resíduos. Desta maneira, estão livres de influências externas como a política, de empresas prestadoras de serviços entre outras, ainda que sigam uma determinada linha teórica e preferências por distintas áreas dentro da gestão de resíduos sólidos urbanos. Para a seleção dos especialistas mais indicados com as características da pesquisa foi utilizado um questionário (apêndice A). Um questionário digital, alocado no Google *Drive*, foi enviado pelo endereço eletrônico disposto por cada um dos especialistas, via plataforma Lattes.

⁴ <http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/busca.do>

As respostas dadas pelos especialistas foram tratadas utilizando a metodologia proposta por Linstone e Turoff (2002) e Crespo (2007), utilizada por Santoyo (2012) em sua tese de doutorado. Tal metodologia baseia-se na autoavaliação dos especialistas, refletindo suas habilidades e fontes que lhes permitam defender os seus critérios. A competência de cada especialista foi mensurada por meio de seu coeficiente de competição (K_{comp}), formado com base no coeficiente de conhecimento (K_c) e no coeficiente de argumentação ou raciocínio (K_a), utilizando a seguinte expressão:

$$K_{comp} = \frac{1}{2}(K_c + K_a)$$

Sendo K_c o coeficiente de conhecimento que possui o especialista sobre o assunto analisado, determinado com base em sua própria autoavaliação. Isto faz com que os especialistas avaliem seus conhecimentos sobre o assunto em uma escala de 0 a 10, em que 0 representa que o especialista não tem conhecimento sobre o assunto e 10 significa que tem uma avaliação completa sobre ele. O resultado de seu conhecimento será multiplicado por 0,1 para obter um valor relativo.

K_a é o coeficiente de argumentação ou raciocínio, derivado de informações fornecidas pelo perito sobre o seu grau de influência (alta, média, baixa), que possui de cada uma das fontes indicadas. O valor desta razão corresponde à soma dos critérios obtido com base nos diferentes graus de influência, considerados pelos especialistas para cada um dos critérios, utilizando um quadro padrão, no qual valores são atribuídos a cada grau de influência para cada critério, como mostrado no quadro 36.

Fontes de argumentação	Alto	Médio	Baixo
Análise teóricas realizadas	0,3	0,2	0,1
Experiência possuída	0,5	0,4	0,2
Trabalho com autores nacionais	0,05	0,04	0,03
Trabalho com autores internacionais	0,05	0,04	0,03
Conhecimento do estado do problema no Brasil e no exterior	0,05	0,04	0,03
Sua intuição	0,05	0,04	0,03

Quadro 36 – Parâmetro para a obtenção de coeficiente de argumento (K_a) de especialistas

Fonte: Linstone; Turoff (2002).

O coeficiente de competência dos especialistas foi calculado com base nos dados obtidos no K_c e K_a , definindo, assim, a seguinte escala de interpretação:

Se $K_{comp} \leq 0,8 < 1,0$ o coeficiente de competição é considerado alto.

Se $K_{comp} \leq 0,5 < 0,8$ o coeficiente de competição é considerado médio.

Se $K_{comp} < 0,5$ o coeficiente de competição é considerado baixo.

Após a seleção dos especialistas que obtiveram um coeficiente de competência entre médio e alto, foi encaminhado o segundo questionário (apêndice A), procedimento descrito a seguir.

3.3.8 Procedimento prático e exploração de resultados

O envio do segundo questionário foi realizado da mesma forma que o primeiro, por meio do endereço eletrônico dos especialistas disposto no currículo Lattes. O objetivo do segundo questionário foi indicar as variáveis mais relevantes para a gestão de resíduos sólidos urbanos, por meio da avaliação dos especialistas mais indicados para a pesquisa.

Foram sete questões, estruturadas em dois blocos. O primeiro bloco envolveu cinco questões objetivas. A primeira questão foi subdividida em cinco questões, relacionadas com a reciclagem, compostagem, geração de energia, alternativas de tratamento e cooperativas de reciclagem com inclusão social. As demais questões contemplaram a Política Nacional de Resíduos Sólidos e ações de planejamento.

O segundo bloco foi composto por duas questões, a primeira referente ao posicionamento do pesquisador quanto à importância de cada variável, em uma escala Likert, com o objetivo de obter informações sobre as principais variáveis e a percepção do entrevistado sobre o planejamento e prospecção nesta área. A segunda questão era aberta, em que o pesquisado podia complementar a gama de variáveis expostas, caso notasse a ausência de alguma delas.

As respostas foram encaminhadas para uma planilha no Google *drive*. A última questão do questionário incluiu novas variáveis, que foram repassadas para os especialistas, para uma avaliação. Após esta etapa, as respostas foram agrupadas e classificadas.

A classificação foi feita pela ponderação das respostas dadas, utilizando o cálculo descrito no apêndice C. A ponderação possibilitou agregar todos as cinco possibilidades de respostas, destacando as variáveis mais relevantes.

Com a seleção das principais variáveis, foi criada uma matriz quadrada (apêndice F), para análise das influências e dependências das relações diretas e indiretas das variáveis. A

análise utilizou o *software* de Matriz de Impactos Cruzados e Multiplicações Aplicadas a uma Classificação (MICMAC®), descrito no próximo subcapítulo.

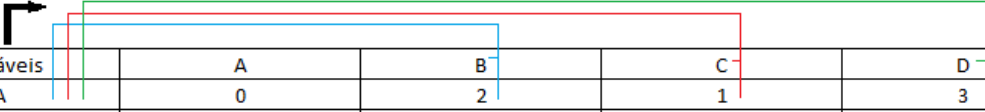
3.3.9 Análise Estrutural Multivariada

Segundo Souza e Vergara (2012, p. 2):

A análise estrutural se baseia no conceito de sistema, o objetivo é estudar as relações entre as variáveis que compõem o sistema, para, com base nisso, compreender sua dinâmica. Para isso, usa uma matriz de análise estrutural, que relaciona todos os elementos do sistema, destacando as variáveis internas e externas que formam o sistema-objeto (SOUZA; VERGARA, 2012, p. 2).

Desta maneira, o método possibilita evidenciar as principais variáveis que impactam e que podem influenciar no desenvolvimento do sistema (GODET; DURANCE, 2006). Para o método de análise estrutural, foram selecionadas as variáveis consideradas mais importantes para a descrição do sistema (VERGARA; CORDEIRO NETTO, 2007). Cumprindo com os objetivos do trabalho, a matriz foi composta pelas variáveis selecionadas pela pesquisa bibliográfica e documental.

O preenchimento da matriz foi realizado de modo qualitativo, com base na classificação das respostas dos especialistas, em que foi possível estabelecer relações diretas entre todas as variáveis. A matriz foi preenchida da coluna para a linha, indicando a influência direta que a variável da coluna exerce nas variáveis da linha (figura 28). A diagonal principal é sempre nula, uma vez que não se considera a influência da variável sobre ela mesma (SOUZA; VERGARA, 2012).



Variáveis	A	B	C	D
A	0	2	1	3
B	3	0	2	2
C	1	1	0	1
D	2	0	3	0

Figura 28 - Sentido do preenchimento da matriz

Fonte: elaborado pelo autor.

As respostas para o preenchimento da matriz pode variar de 0 a 3. Se a resposta for negativa, atribui-se um valor 0 (zero); ao contrário, se existir uma relação de influência, a

resposta segue os seguintes critérios: fraca = 1; média ou moderada = 2 e forte = 3 (RUTHES, 2007; SOUZA; VERGARA, 2012). Como a matriz é quadrada, o total de ponderações realizadas é igual ao número de variáveis elevado ao quadrado: portanto, uma matriz com 10 variáveis possuirá 100 ponderações.

Após ponderação, foram identificadas as variáveis-chave pelo método da Matriz de Impactos Cruzados (MIC) e das Multiplicações Aplicadas a uma Classificação (MAC) – MICMAC®, método que consiste em evidenciar as variáveis essenciais para a evolução do sistema. O primeiro passo foi desenvolver uma relação direta entre todas variáveis, para depois realizar uma classificação indireta. A classificação indireta foi feita pela elevação da matriz à potência, o que permitiu confirmar a importância de certas variáveis que, em função das suas ações indiretas têm um papel significativo no sistema (GODET, 2004). O resultado de uma análise como esta (influência e dependência entre variáveis) pode ser representado conforme o diagrama da Figura 29.

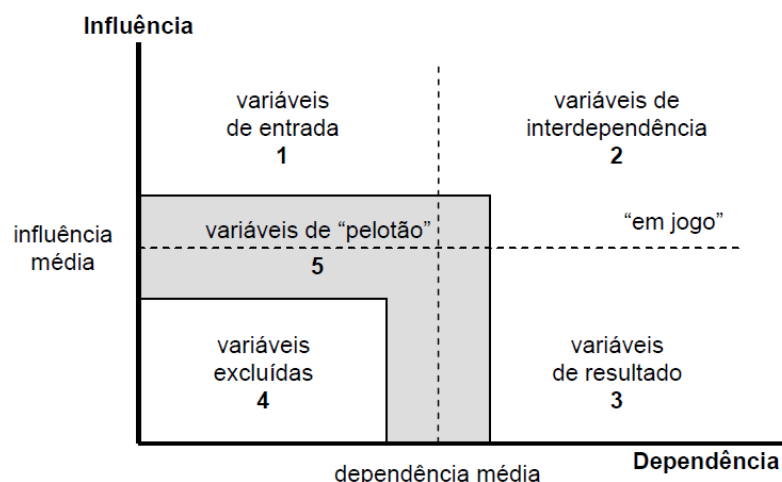


Figura 29 - Diagrama de influência versus dependência

Fonte: Godet (2004, p. 155).

De acordo com Godet (2004), o diagrama de influência e dependência apresenta como resultado a classificação e o agrupamento das variáveis investigadas, sendo caracterizado desta forma: setor 1: variáveis muito influentes e pouco dependentes, ou seja, são as variáveis explicativas que condicionam o resto do sistema. Setor 2: são as variáveis que ao mesmo tempo são muito dependentes e muito influentes, o que significa que possuem uma natureza instável, pois qualquer ação sobre elas terá repercussões sobre as outras e um efeito regresso para elas mesmas: comumente, é neste setor que se encontram os desafios do sistema. Setor 3: encontram-se as variáveis pouco influentes e muito dependentes, ou seja, são as variáveis de

resultados cujo desenvolvimento está ligado as variáveis dos setores 1 e 2. Setor 4: são as variáveis pouco influentes e pouco dependentes, que constituem tendências ou fatores relativamente desligados do sistema, devido ao seu desenvolvimento autônomo, sem formar causas determinantes do futuro, podendo ser excluídas do sistema. Setor 5: são as variáveis razoavelmente influentes e/ou dependentes, denominadas por Godet de variáveis de pelotão: a princípio podem não sugerir nada, porque são variáveis que se encontram em uma localização pouco definida e intermediária.

Outra análise possível de ser realizada está no diagrama influência-dependência, sob a perspectiva da sua estabilidade. Um baixo número de variáveis de retransmissão confere ao sistema uma relativa estabilidade, em termos de dinâmica. Em um sistema instável, cada variável possui um comportamento dependente e influente, qualquer ação sobre elas, refletindo sobre o conjunto e em regresso sobre ela própria. Este fato pode ser visto mediante a nuvem de pontos próxima da diagonal principal, conforme apresentado na figura 30. A vantagem de um sistema estável é introduzir uma dicotomia entre variáveis influentes, sobre as quais é possível agir ou não, bem como nas variáveis de resultados que dependem dos precedentes (GODET, 2004).

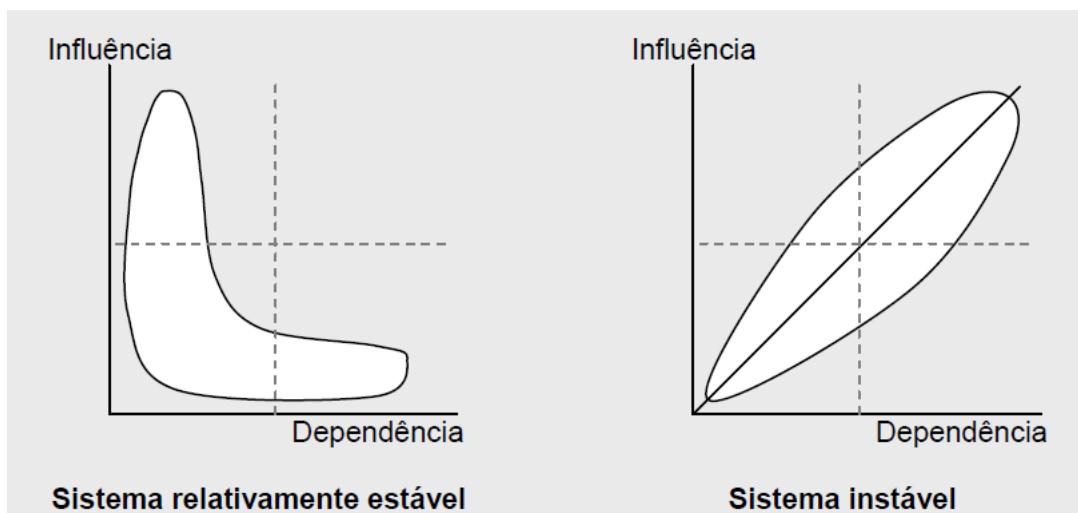


Figura 30 – Sistema estável e instável
Fonte: Ruthes (2007).

Desta forma, o método representa, uma ferramenta de estruturação de ideias e uma reflexão sistemática sobre um determinado problema (GODET, 2004). O método permite uma hierarquização das variáveis em função da influência direta e indireta que cada variável exerce sobre outra (SOUZA; VERGARA, 2012).

Os resultados da influência direta e indireta das variáveis, possibilita confrontar as duas hierarquias das variáveis, permitindo uma reorganização do grau de importância de cada variável no sistema. Essa comparação confirma a importância de certas variáveis e revela outras consideradas a princípio pouco importantes, mas que podem desempenhar, por meio das influências indiretas, um papel essencial no funcionamento do sistema (SOUZA; VERGARA, 2012).

A inclusão de vários questionamentos (variáveis) conduz a diferentes interrogações e possibilita descobrir variantes que nunca teriam sido consideradas: assim, a matriz de análise estrutural desempenha um papel de descoberta. Ao estruturar uma hierarquia de variáveis em função da sua influência e de sua dependência, as principais causas determinantes do fenômeno estudado podem ser identificadas de um modo mais claro (GODET, 2004).

Como aplicação do trabalho, as variáveis encontradas e classificadas foram avaliadas na atual gestão de resíduos sólidos do município de Curitiba.

3.3.10 Avaliação da gestão de resíduos sólidos urbanos de Curitiba com base no modelo teórico definido e alinhado com as variáveis selecionadas

A avaliação do município de Curitiba serviu como aplicação dos resultados do trabalho. Curitiba foi escolhida porque é referência na gestão de resíduos sólidos urbanos no Brasil (GRIPPI, 2006), além de apresentar indicadores de destaque no Sistema Nacional de Informações Sobre a Gestão de Resíduos Sólidos – SINIR⁵. A escolha da cidade também está justificada por ela ser objeto de estudo de outras pesquisas realizadas pelo autor e seu orientador.

Para realização do estudo foram utilizados documentos e informações disponíveis pelo município em sua página na Internet, como forma de demonstrar a fiscalização e transparência da prefeitura perante as ações realizadas na gestão de resíduos sólidos urbanos.

⁵http://www.sinir.gov.br/web/guest/consulta-eindicadores?p_auth=ERm35pwS&p_p_id=visualizacaosinir_WAR_vizualizacaosinir1rf6_1ga2portlet&p_p_lifecycle=1&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-2&p_p_col_pos=1&p_p_col_count=2&visualizacaosinir_WAR_vizualizacaosinir1rf6_1ga2portlet_javax.portlet.action=selecionarIndicadores

4 RESULTADOS

Este capítulo apresenta os resultados alcançados em cada etapa da pesquisa, sendo constituído por nove subcapítulos. O primeiro subcapítulo, “seleção das variáveis”, está relacionado com a escolha das variáveis que foram utilizadas para esta pesquisa. O subcapítulo “critério e processo de escolha dos entrevistados” apresenta os especialistas que participaram da pesquisa. Os subcapítulos “gestão de resíduos sólidos”, “visão preliminar dos especialistas selecionados”; “avaliação e complementação das variáveis” e “determinação das principais variáveis” estão relacionados à avaliação dos especialistas e a determinação das variáveis mais relevantes.

Os subcapítulos “ponderação das variáveis conforme suas relações diretas” e “análise feita pelo *software* MICMAC©” apresentam a avaliação direta entre as variáveis, com base nas respostas apresentadas pelos especialistas e o tratamento destas respostas, respectivamente. O penúltimo subcapítulo, denominado “apresentação de modelo teórico para gestão integrada de resíduos sólidos urbanos” demonstra a aplicação das variáveis mais relevantes encontradas, baseado no modelo teórico para gestão integrada de resíduos sólidos urbanos descrito na fundamentação. O último subcapítulo, “avaliação da política de Curitiba com base nas variáveis selecionadas” apresenta a avaliação das variáveis mais relevantes na política adotada em Curitiba.

4.1 SELEÇÃO DAS VARIÁVEIS

A seleção das variáveis foi realizada utilizando pesquisa bibliográfica e documental. Entre as obras utilizadas na fundamentação e seleção das variáveis, sobressaem-se os seguintes trabalhos: Monteiro *et al.* (2001); United...(2002); Schalach *et al.* (2002); Tchobanoglous e Kreith (2002); Zanta e Ferreira (2003); Brasil (2010a); Brasil (2010b); Brasil (2010c); Fundação... (2012a); Fundação... (2012b); Associação... (2010); Associação... (2011); Associação... (2012), Othman *et al.* (2013), Dias *et al.* (2012); Santiago e Dias (2012); Coelho *et al.* (2011); Lobato e Lima (2010); Melo, Sautter e Janissek (2009); Suzuki e Gomes (2009); Polaz e Teixeira (2009) e Braga e Ramos (2006).

Tais artigos e trabalhos foram destacados porque convergem com o foco da pesquisa, principalmente em relação a metodologia e os objetivos. Em geral, as pesquisas utilizadas para a seleção das variáveis contaram com trabalhos que possuem vínculo com o governo, envolvendo principalmente aspectos legais, além de levantamentos estatísticos. Os demais trabalhos utilizados abordam a gestão dos resíduos sólidos como um todo ou retratam etapas específicas dentro do sistema como a coleta, o transporte, o transbordo, o tratamento e a destinação final. Outras pesquisas utilizadas são as que retratam os estudos prospectivos, a técnica Delphi, o desenvolvimento de banco de dados e indicadores para a gestão de resíduos sólidos. Os trabalhos estão relacionados com a gestão praticada no Brasil e em outros lugares no mundo.

A inclusão de diversas variáveis amplia a possibilidade de descobrir outras que nunca teriam sido consideradas e a utilização de uma matriz de análise estrutural propicia descobertas (GODET, 2004). Desta maneira, procurou-se, de forma ampla, encontrar ações ou variáveis que estariam influenciando direta ou indiretamente a gestão de resíduos sólidos urbanos.

A busca pelas variáveis foi finalizada com a repetição dos elementos encontrados e a ausência de novas variáveis dentro da pesquisa bibliográfica e documental. Os resultados encontrados na gestão de resíduos sólidos urbanos, suas descrições e algumas de suas referências são demonstradas no quadro 37.

Continua

Variável	Descrição	Artigos
Acondicionamento	Artefato adequado para armazenamento (saco de lixo) e local seguro (cesto, lixeira), longe de animais, evitando contaminação	MONTEIRO <i>et al.</i> (2001); BIDONE (2001); BRASIL (2010b)
População	Número de habitantes, sua concentração, renda per capita, grau de instrução, geração de resíduo por habitante, comunidade entorno das instalações de tratamento ou aterro sanitário	UNITED...(2002); ZANTA; FERREIRA (2003); DIAS <i>et al.</i> (2012); SANTIAGO; DIAS (2012); POLAZ; TEIXEIRA (2009); SUZUKI; GOMES (2009); MELO, SAUTTER; JANISSEK (2009); LOBATO; LIMA (2010)
Educação Ambiental	Ações que foquem a sustentabilidade, iniciativas de ações por parte da população, como por exemplo a separação do lixo reciclável e orgânico	SANTIAGO; DIAS (2012); POLAZ; TEIXEIRA (2009); MELO, SAUTTER; JANISSEK (2009); BRASIL(2010c); JACOBI; BESEN (2011)
Coleta	Seletividade além da frequência da coleta, horário e dia; alternativas e disponibilidade conforme a necessidade da população (Por exemplo limpeza de quintais e jardins)	MONTEIRO <i>et al.</i> (2001); UNITED...(2002); TCHOBANOGLOUS; KREITH (2002); DIAS <i>et al.</i> (2012); SANTIAGO; DIAS (2012); BRAGA; RAMOS; LOBATO; LIMA (2010); ASSOCIAÇÃO... (2010); ASSOCIAÇÃO... (2011); OTHMAN <i>et al.</i> (2013)
Consumo Consciente	Arelado a educação ambiental, feito com base em programas/propagandas que incentivem a consumir o necessário, evitar perdas, exigir soluções dos fabricantes, transportadores comerciantes para tratamento dos resíduos/ produtos, praticarem a reciclagem e reuso	NUNESMAIA (2002); SANTIAGO; DIAS (2012)
Ciclo de vida do produto	Produção de artefatos de maior duração (exemplo: lâmpada) e que ao mesmo tempo seja de fácil tratamento e transformação (reciclagem)/ reuso.	SANTIAGO; DIAS (2012)
Ponto de coleta especial	Locais específicos para coleta de determinados resíduos (lâmpadas, pilhas, baterias, óleo de cozinha)	BRASIL (2010b)
Terceirização	Descentralizar à terceiros, processos auxiliares (atividade-meio) à atividade principal (atividade-fim), fiscalização	DIAS <i>et al.</i> (2012)
Infraestrutura Urbana	Condições básicas para a implantação de um sistema de coleta, ruas bem definas, bairros, lixeiras, instalações de tratamento, aterro sanitário, acessibilidade	SANTIAGO; DIAS (2012); POLAZ; TEIXEIRA (2009); SUZUKI; GOMES (2009)
Cooperativismo	Colaboração e a associação de pessoas ou grupos com os mesmos interesses, a fim de obter vantagens comuns	SANTIAGO; DIAS (2012); LOBATO; LIMA (2010)

Continua

Variável	Descrição	Artigos
Política Pública	Ações, programas que possam contribuir para o bem estar da sociedade, (resolvendo problemas)	ZANTA; FERREIRA (2003); SANTIAGO; DIAS (2012); POLAZ; TEIXEIRA (2009); JACOBI; BESEN (2011)
Capacitação e Treinamento	Ação de trabalhar a parte teórica, prática e técnica das diversas situações presentes nas etapas da cadeia de resíduos sólidos	ZANTA; FERREIRA (2003); MESQUITA JÚNIOR (2007); POLAZ; TEIXEIRA (2009)
Carrinheiros	Coletores (informais ou formais) de materiais recicláveis.	JACOBI; BESEN (2011); SANTIAGO; DIAS (2012)
Custo Coleta Habitante	Valor total investido para o funcionamento do sistema	MONTEIRO <i>et al.</i> (2001); ZANTA; FERREIRA (2003); SANTIAGO; DIAS (2012); POLAZ; TEIXEIRA (2009); BRAGA; RAMOS (2006)
Usina de Incineração	Local para queima de resíduos	UNITED...(2002); SCHALCH <i>et al.</i> (2002); COELHO <i>et al.</i> (2011); FUNDAÇÃO...(2012a); FUNDAÇÃO... (2012b); OTHMAN <i>et al.</i> (2013)
Tratamentos alternativos	Gaseificação, pirólise, plasma e digestão anaeróbica	ZANTA; FERREIRA (2003); BRASIL (2010b); FUNDAÇÃO...(2012a); FUNDAÇÃO... (2012b)
Licença Ambiental	Liberação ambiental pelo responsável legal para a implantação, operação (Aterro Sanitários, barracões...)	SANTIAGO; DIAS (2012); POLAZ; TEIXEIRA (2009) FUNDAÇÃO... (2012b)
Compostagem	Ação de transformação do resíduo orgânico em adubo	MONTEIRO <i>et al.</i> (2001); UNITED...(2002); TCHOBANOGLIOUS; KREITH (2002); SCHALCH <i>et al.</i> (2002); ZANTA; FERREIRA (2003); SANTIAGO; DIAS (2012); POLAZ; TEIXEIRA (2009); BRAGA; RAMOS (2006); MELO, SAUTTER; JANISSEK (2009); FUNDAÇÃO...(2012a); FUNDAÇÃO (2012b); OTHMAN <i>et al.</i> (2013)
Reciclagem	Ação de transformação do resíduo reciclável em outro ou mesmo produto	MONTEIRO <i>et al.</i> (2001); SCHALCH <i>et al.</i> (2002); UNITED...(2002); TCHOBANOGLIOUS; KREITH (2002); ZANTA; FERREIRA (2003); SANTIAGO; DIAS (2012); BRAGA; RAMOS(2006); COELHO <i>et al.</i> (2011); BRASIL(2010c); ASSOCIAÇÃO... (2010); ASSOCIAÇÃO... (2011); JACOBI; BESEN (2011); OTHMAN <i>et al.</i> (2013)
Manutenção e Prevenção	Proteção contra eventuais danos municipais, ambientais e a saúde pública	SANTIAGO; DIAS (2012)
Universalização dos serviços	Todos os serviços prestados ao alcance de todos	MESQUITA JÚNIOR (2007); BRAIL (2010a); BRASIL (2010b); JACOBI; BESEN (2011)
Saúde e segurança no trabalho	Preocupação com o bem estar e saúde daqueles que estão envolvidos na cadeia de resíduos sólidos	MONTEIRO <i>et al.</i> (2001); FERREIRA; DOS ANJOS (2001); SANTIAGO; DIAS (2012)

Conclusão

Variável	Descrição	Artigos
Aterro sanitário	Localização, tamanho, capacidade, vida útil, distância, sua abrangência em atender outros municípios (consórcio), normas técnicas e ambientais, monitoramento ambiental	MONTEIRO <i>et al.</i> (2001); UNITED...(2002); TCHOBANOGLIOUS; KREITH (2002); ZANTA; FERREIRA (2003); SANTIAGO; DIAS (2012); SUZUKI; GOMES (2009); BRAGA; RAMOS (2006); ASSOCIAÇÃO... (2010); ASSOCIAÇÃO... (2011); COELHO <i>et al.</i> (2011); LOBATO; LIMA (2010); OTHMAN <i>et al.</i> (2013)
Geração de energia	Potencial energético do aterro/tratamento	UNITED...(2002); COELHO <i>et al.</i> (2011); MESQUITA JÚNIOR (2007); FUNDAÇÃO...(2012a); FUNDAÇÃO... (2012b); OTHMAN <i>et al.</i> (2013)
Fiscalização e Informação	Instrumentos que disponibilizam dados consistentes e confiáveis que servem para fiscalização, controle das ações executadas	SINIR (2010); BRASIL(2010a); BRASIL (2010b); ASSOCIAÇÃO... (2010); ASSOCIAÇÃO... (2011)
Geração per capita	Quantidade (massa) gerada por cada habitante	MESQUITA JÚNIOR (2007)
Ponto de coleta voluntária	Locais específicos para a disposição de resíduos, principalmente e áreas de difícil acesso	BRASIL (2010b)
Logística reversa	Retornos de produtos, embalagens ou materiais aos centros produtivos	BARBIERI; DIAS (2002); BRASIL (2010b); BRASIL(2010c)
Poder público	Atuação conjuntamente com os municípios com o objetivo de otimizar o gerenciamento de resíduos sólidos urbanos.	BRASIL (2010b); BRASIL(2010c); MESQUITA JÚNIOR (2007)
Comercialização/mercado	Evitar atravessadores para os materiais recicláveis e composto orgânico, buscando um desenvolvimento de uma cadeia produtiva.	DEMAJOROVIC; BESEN; RATHSAM (2006); BRASIL (2010b); ASSOCIAÇÃO... (2010); ASSOCIAÇÃO... (2011)
Planejamento	Estudos estratégicos para aperfeiçoamento da gestão de resíduos sólido urbanos	UNITED...(2002); NUNESMAIA (2002); BRASIL (2010a); BRASIL (2010b); BRASIL (2010c)
Transporte e estação de transferência	Vários tipos de transporte/pontos de transferência de resíduos (de um caminhão pequeno para um grande) até destino final.	MONTEIRO <i>et al.</i> (2001); TCHOBANOGLIOUS; KREITH (2002); CUNHA; CAIXETA-FILHO (2002); BRASIL (2010b); OTHMAN <i>et al.</i> (2013)

Quadro 37 – Variáveis encontradas na gestão de resíduos sólidos urbanos

Fonte: elaborado pelo autor.

As variáveis encontradas podem ser classificadas de acordo com sua relação com a gestão. Elas podem estar conectadas diretamente, como é o caso das etapas citadas pela Política Nacional de Resíduos Sólidos ou, ainda, por variáveis que podem influenciar e condicionar de forma direta ou indireta todo o sistema, que podem variar de município para município. As variáveis podem ser também uma forma de gestão, como é o caso da terceirização e o cooperativismo. O quadro 38 apresenta as variáveis que fazem parte diretamente do sistema de gestão de resíduos sólidos urbanos e as variáveis que influenciam e condicionam sua gestão.

Variáveis presentes diretamente nos processos de gestão dos resíduos sólidos urbanos	Variáveis que podem influenciar ou condicionar as etapas e a gestão de resíduos sólidos urbanos
Acondicionamento; Coleta; Ponto de coleta especial; Usina de incineração; Tratamentos alternativos; Reciclagem; Compostagem; Aterro sanitário; Ponto de coleta especial; Transporte e estação de transferência.	População; Educação ambiental; Consumo consciente; Ciclo de vida do produto; Infraestrutura urbana; Políticas públicas; Carrinheiros; Capacitação e treinamento; Custo de coleta; Licença ambiental; Manutenção e prevenção; Universalização dos serviços; Saúde e segurança no trabalho; Geração de energia; Fiscalização e informação; Geração de resíduos por habitante; Logística reversa; Poder público; Comercialização e mercado; Planejamento.

Quadro 38 – Classificação das variáveis
Fonte: Elaborado pelo autor (2013).

O conjunto de variáveis encontradas serviu para a construção do questionário (apêndice A), o que possibilitou o levantamento das principais variáveis. Para a seleção das principais variáveis aplicadas à gestão e ao planejamento dos resíduos sólidos urbanos, foi utilizada a técnica Delphi. A técnica possibilitou a seleção dos especialistas mais indicados para a pesquisa, além de ser a base para a operação da pesquisa.

4.2 CRITÉRIO E PROCESSO DE ESCOLHA DOS ENTREVISTADOS

A pré-seleção dos especialistas começou com o envio de um questionário de autoavaliação (anexo A). As respostas do questionário foram determinantes na escolha dos especialistas mais indicados para a realização da pesquisa. O questionário digital foi enviado

para 120 especialistas⁶, de diversas áreas de formação, por meio de seus e-mails contidos no currículo Lattes.

A autoavaliação⁷ contou com o retorno de vinte e nove especialistas, ou seja, uma adesão de 24,16% dos especialistas pré-selecionados. O questionário, que foi enviado nos meses de setembro e outubro de 2013, chegou a ser encaminhado até três vezes para os endereços eletrônicos dos especialistas. As respostas deste questionário são apresentadas a seguir (quadro 39). A classificação das respostas em alto, médio e baixo está relacionada com o coeficiente de competência (Kcomp) dos especialistas⁸.

Continua

Especialis- ta	Grau de conheci- mento sobre o tema	Análises teóricas realizadas	Experiên- -cia adquirida	Trabalhos com autores nacionais	Trabalhos com autores internacio- nais	Conhecimento do estado do problema no Brasil e no exterior	Sua intuição
1	3	Baixo	Alto	Médio	Baixo	Médio	Alto
2	9	Alto	Alto	Alto	Médio	Alto	Alto
3	8	Alto	Médio	Alto	Alto	Alto	Alto
4	6	Médio	Médio	Médio	Baixo	Alto	Médio
5	9	Alto	Alto	Médio	Alto	Alto	Alto
6	9	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto
7	8	Médio	Alto	Médio	Médio	Alto	Médio
8	8	Alto	Alto	Médio	Baixo	Alto	Médio
9	8	Alto	Médio	Alto	Baixo	Médio	Médio
10	8	Médio	Alto	Médio	Alto	Alto	Médio
11	7	Alto	Alto	Médio	Baixo	Médio	Médio
12	9	Médio	Alto	Alto	Médio	Alto	Alto
13	9	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Médio
14	9	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Médio
15	7	Médio	Médio	Médio	Baixo	Médio	Médio
16	9	Alto	Alto	Alto	Médio	Médio	Médio
17	8	Alto	Alto	Alto	Médio	Médio	Alto
18	9	Alto	Alto	Médio	Médio	Médio	Médio
19	5	Alto	Médio	Médio	Alto	Médio	Baixo
20	7	Alto	Alto	Baixo	Baixo	Médio	Médio
21	8	Alto	Alto	Alto	Médio	Médio	Alto
22	8	Médio	Alto	Médio	Médio	Alto	Alto
23	9	Médio	Alto	Médio	Alto	Alto	Alto

⁶ A seleção dos especialistas é descrita no subcapítulo: 3.3.6 Seleção dos especialistas.

⁷ A autoavaliação é descrita no subcapítulo: 3.3.6 Seleção dos especialistas.

⁸ O cálculo do coeficiente de competência é demonstrado no subcapítulo: 3.3.6 Seleção dos especialistas.

Conclusão

Especialista	Grau de conhecimento sobre o tema	Análises teóricas realizadas	Experiência adquirida	Trabalhos com autores nacionais	Trabalhos com autores internacionais	Conhecimento do estado do problema no Brasil e no exterior	Sua intuição
24	6	Alto	Alto	Alto	Médio	Alto	Médio
25	8	Alto	Alto	Alto	Baixo	Médio	Médio
26	3	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo
27	7	Médio	Alto	Alto	Baixo	Médio	Médio
28	5	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo
29	1	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo

Quadro 39 – Respostas do questionário de auto avaliação

Fonte: Elaborado pelo autor.

A conversão das respostas do questionário de autoavaliação em números é apresentada no quadro 40.

Continua

Especialista	Análises teóricas realizadas	Experiência adquirida	Trabalhos com autores nacionais	Trabalhos com autores internacionais	Conhecimento do estado do problema no Brasil e no exterior	Sua intuição
1	0,1	0,5	0,04	0,03	0,04	0,05
2	0,3	0,5	0,05	0,04	0,05	0,05
3	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05
4	0,2	0,4	0,04	0,03	0,05	0,04
5	0,3	0,5	0,04	0,05	0,05	0,05
6	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05
7	0,2	0,5	0,04	0,04	0,05	0,04
8	0,3	0,5	0,04	0,03	0,05	0,04
9	0,3	0,4	0,05	0,03	0,04	0,04
10	0,2	0,5	0,04	0,05	0,05	0,04
11	0,3	0,5	0,04	0,03	0,04	0,04
12	0,2	0,5	0,05	0,04	0,05	0,05
13	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,04
14	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,04
15	0,2	0,4	0,04	0,03	0,04	0,04
16	0,3	0,5	0,05	0,04	0,04	0,04
17	0,3	0,5	0,05	0,04	0,04	0,05
18	0,3	0,5	0,04	0,04	0,04	0,04
19	0,3	0,4	0,04	0,05	0,04	0,03
20	0,3	0,5	0,03	0,03	0,04	0,04
21	0,3	0,5	0,05	0,04	0,04	0,05
22	0,2	0,5	0,04	0,04	0,05	0,05
23	0,2	0,5	0,04	0,05	0,05	0,05

Conclusão

Especialista	Análises teóricas realizadas	Experiência adquirida	Trabalhos com autores nacionais	Trabalhos com autores internacionais	Conhecimento do estado do problema no Brasil e no exterior	Sua intuição
24	0,3	0,5	0,05	0,04	0,05	0,04
25	0,3	0,5	0,05	0,03	0,04	0,04
26	0,1	0,2	0,03	0,03	0,03	0,03
27	0,2	0,5	0,05	0,03	0,04	0,04
28	0,1	0,2	0,03	0,03	0,03	0,03
29	0,1	0,2	0,03	0,03	0,03	0,03

Quadro 40 – Conversão em números das respostas do questionário de autoavaliação

Fonte: Elaborado pelo autor.

Com a conversão, foi possível calcular o coeficiente de competência (Kcomp) dos especialistas, com base nos dados obtidos com o coeficiente de conhecimento (Kc) e com o coeficiente de argumentação ou raciocínio (Ka). Com base no coeficiente de competência foram selecionados os pesquisadores que realizaram a segunda etapa da pesquisa. Foram selecionados os especialistas que obtiveram um coeficiente alto ou médio, ou seja, aqueles valores que ficaram compreendidos entre $0,5 < 1,0^9$ (Quadro 41).

Continua

Especialista	Ka	Kc	Kcomp	Valor de Kcomp
1	0,76	0,3	0,53	Médio
2	0,99	0,9	0,94	Alto
3	0,9	0,8	0,85	Alto
4	0,76	0,6	0,68	Médio
5	0,99	0,9	0,94	Alto
6	1,0	0,9	0,95	Alto
7	0,87	0,8	0,83	Alto
8	0,96	0,8	0,88	Alto
9	0,86	0,8	0,83	Alto
10	0,88	0,8	0,84	Alto
11	0,95	0,7	0,82	Alto
12	0,89	0,9	0,89	Alto
13	0,99	0,9	0,94	Alto
14	0,99	0,9	0,94	Alto
15	0,75	0,7	0,72	Médio
16	0,97	0,9	0,93	Alto
17	0,98	0,8	0,89	Alto
18	0,96	0,9	0,93	Alto

⁹ O cálculo do coeficiente de competência é demonstrado no subcapítulo: 3.3.6 Seleção dos especialistas.

Conclusão

Especialista	Ka	Kc	Kcomp	Valor de Kcomp
19	0,86	0,5	0,68	Médio
20	0,94	0,7	0,82	Alto
21	0,98	0,8	0,89	Alto
22	0,88	0,8	0,84	Alto
23	0,89	0,9	0,89	Alto
24	0,98	0,6	0,79	Médio
25	0,96	0,8	0,88	Alto
26	0,42	0,3	0,36	Baixo
27	0,86	0,7	0,78	Médio
28	0,42	0,5	0,46	Baixo
29	0,42	0,5	0,46	Baixo

Quadro 41 – Coeficiente de argumentação, conhecimento e competência

Fonte: Elaborado pelo autor.

Após tratamento dos dados, foram selecionados vinte e seis especialistas, para os quais foi enviado o segundo questionário, envolvendo perguntas referentes à gestão e ao planejamento dos resíduos sólidos urbanos. O questionário foi enviado da mesma forma que o primeiro, ou seja, pelo endereço eletrônico disposto no sítio do currículo Lattes.

Entre os especialistas selecionados para a segunda etapa da pesquisa, catorze responderam ao segundo questionário, o que correspondeu a 53,85% de retorno. Algumas informações sobre os especialistas selecionados são demonstradas no quadro 42.

Formação	Área de estudo
Engenheiro civil	Relações entre saneamento e saúde pública, limpeza pública, resíduos sólidos, domésticos e industriais
Engenheiro civil	Fluxo de poluentes em solos, estabilidade de encostas
Engenheiro civil	Limpeza pública, resíduos sólidos domésticos e industriais, controle da poluição
Geógrafo	Gerenciamento integrado de resíduos sólidos
Engenheiro civil	Engenharia sanitária, engenharia ambiental, tratamento de lixo
Engenheiro civil	Manejo de resíduos, fontes alternativas de energia
Engenheiro mecânico	Fenômenos de transporte aplicado ao saneamento, tratamento de águas residuais
Engenheira civil	Ferramentas de gestão para a sustentabilidade, técnicas e tecnologias para sustentabilidade
Economista	Desenvolvimento sustentável e educação ambiental, educação, meio ambiente, cidadania e participação social, práticas de educação ambiental
Engenheira civil	Gerenciamento de resíduos sólidos urbanos e industriais, projeto, implantação e operação de aterros sanitários para resíduos sólidos urbanos e industriais.
Engenheiro civil	Saneamento ambiental, resíduos sólidos, domésticos e industriais.
Bióloga	Engenharia sanitária, saúde pública e educação ambiental
Engenheiro civil	Engenharia sanitária
Engenheira civil	Gestão de resíduos sólidos urbanos, aterros sanitários

Quadro 42 – Informações sobre os especialistas: formação e área de estudo

Fonte: Elaborado pelo autor.

Apesar da busca por especialistas de diferentes áreas de formação, a pesquisa acabou sendo realizada principalmente por profissionais que possuem uma formação na área de engenharia civil, representando mais de 70% da população trabalhada.

4.3 GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS: VISÃO PRELIMINAR DOS ESPECIALISTAS SELECIONADOS

Na primeira parte do questionário enviado aos especialistas selecionados (apêndice A), foram feitas algumas perguntas gerais sobre seu posicionamento com relação a gestão de resíduos sólidos urbanos. A primeira questão era relativa ao potencial para melhora dos tratamentos dos resíduos sólidos nas regiões metropolitanas, focando principalmente as ações de compostagem, geração de energia, reciclagem, alternativas de tratamento, cooperativismo e inclusão social. O posicionamento dos especialistas é demonstrado no apêndice B. O gráfico 7 apresenta as respostas dadas de forma ponderada, ou seja, as respostas que variavam de 1 a 5 foram multiplicadas de 0 a 4 (apêndice C), constituindo, assim, todas as respostas, possuindo um limite de valor 56. Quanto mais próximo deste limite, maior é a aderência de importância deste tratamento.

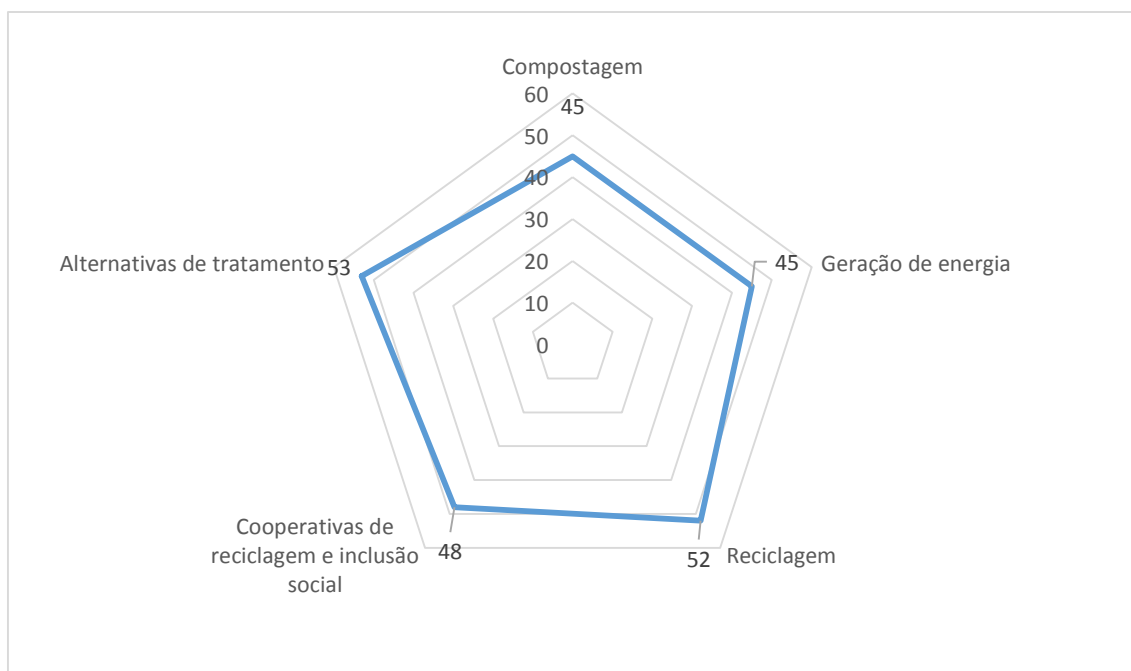


Gráfico 7 – Posicionamento dos especialistas sobre os tratamentos de resíduos sólidos urbanos
Fonte: Elaborado pelo autor.

A ação de alternativas de tratamento de resíduos apresentou a maior congruência de opiniões entre os especialistas, possivelmente pelas possibilidades futuras de tratamentos, utilizando tecnologias que possam ter uma visão sustentável, ou seja, que levem em conta as variáveis sociais, ambientais além das econômica.

De outro lado, ficaram empatadas a ação de compostagem e geração de energia. Apesar de a compostagem e a geração de energia terem apresentado as menores adesões, são importantes ambiental, econômica e socialmente. A compostagem é uma possibilidade para o tratamento de resíduos, visto que existe uma predominância de resíduos orgânicos na composição dos resíduos, além de ser uma atividade incipiente no Brasil (BRASIL, 2012). A compostagem possibilita a geração de adubo para a produção agrícola e produção de mudas, devido ao seu alto valor nutricional (LOUREIRO *et al.*, 2007).

Com relação a geração de energia no Brasil, Goldemberg e Lucon (2007) defendem que o país possui uma posição confortável em comparação com o resto do mundo, devido à hidroeletricidade, ao etanol e aos baixos índices relativos de consumo. Porém, em uma época de mudanças climáticas, em que a falta de gestão dos resíduos sólidos colabora para a alteração climática (GOUVEIA, 2012), as estiagens e secas podem proporcionar uma redução da geração de energia por parte das hidrelétricas, necessitando de opções como a energia termoelétrica e nuclear, para compensar os chamados apagões (ROSA, 2007).

Mariuzzo (2007), em sua entrevista com então presidente da Empresa de Pesquisa Energética, apresenta que 74,6% da energia gerada no Brasil é de fonte hídrica, sendo que as hidrelétricas são a opção energética mais limpa e barata para o Brasil. Contudo, existem impasses e controvérsias do ponto de vista ambiental e social, decorrentes da implantação e operação dos empreendimentos hidrelétricos, devido às alterações geográficas e ambientais conduzidas para a implantação dos empreendimentos (BERMANN, 2007).

Desta forma, devido as limitações energéticas, controvérsias e impasses com relação a geração de energia, o aproveitamento do gás e/ou a combustão dos resíduos podem ser alternativas para suprir eventuais problemas energéticos.

Cooperativas de reciclagem com inclusão social obtiveram a terceira maior adesão. As cooperativas de reciclagem desempenham um importante elo na cadeia de reciclagem, promovendo a inclusão social, treinamentos, capacitações e renda (SOUZA; PAULA e SOUZA-PINTO, 2012). Sendo importante para a área ambiental, social e econômica, colaborando para

o aumento da vida útil dos aterros sanitários e a consequente diminuição da poluição decorrente da disposição incorreta desses resíduos; a redução do gasto de energia; e diminuição da extração de matéria-prima virgem, com a integração do material reciclado como matéria-prima secundária na cadeia produtiva (SOUZA; PAULA e SOUZA-PINTO, 2010, p. 13).

A etapa de reciclagem foi a segunda que mais obteve a convergência de opiniões, prática que vem apresentando evoluções nos últimos anos, com o aumento de materiais recuperados, principalmente pelos resíduos compostos por alumínio, papel e plástico (ASSOCIAÇÃO..., 2012).

A primeira parte do questionário teve mais quatro questões, referentes ao planejamento e à gestão de resíduos sólidos urbanos. As perguntas foram as seguintes: Existe planejamento municipal na maioria das regiões metropolitanas para melhorar o aproveitamento da gestão de resíduos sólidos urbanos? (I); O planejamento da gestão de resíduos pode trazer ganhos para melhorar a organização do espaço territorial dos municípios e recursos econômicos? (II); Não existem instrumentos de planejamento de resíduos, que se ocupem de melhorar a organização e otimização do processo de gestão, integrando a questão do território e os recursos econômicos? (III); A Política Nacional de Resíduos Sólidos traz importantes mudanças de paradigmas para gestão de resíduos sólidos urbanos? (IV). As respostas destas perguntas foram ponderadas conforme o cálculo demonstrado (apêndice C). As respostas dadas pelos especialistas estão disponíveis no apêndice D e as respostas ponderadas estão presentes no gráfico 8.

Com relação à primeira pergunta, os especialistas concordaram que não existe planejamento municipal na maioria das regiões metropolitanas para melhorar o aproveitamento da gestão de resíduos sólidos urbanos. De acordo com a segunda questão, eles concordam que o planejamento da gestão de resíduos pode trazer ganhos para melhorar a organização do espaço territorial dos municípios e recursos econômicos. A terceira questão ficou relativamente dividida e demonstrou que a maioria dos pesquisadores discordam que não existam instrumentos de planejamento de resíduos que se ocupem de melhorar a organização e otimização do processo de gestão, integrando a questão do território e os recursos econômicos. Porém, 35,71% dos especialistas concordam que não há instrumentos de planejamento que visem melhoras. Na última questão, a maioria dos pesquisadores concorda que a Política Nacional de Resíduos Sólidos traz importantes mudanças de paradigmas para gestão de resíduos sólidos urbanos (gráfico 8).

Desta forma, o planejamento baseado na Política Nacional de Resíduos Sólidos pode contribuir para melhorar a gestão de resíduos sólidos urbanos futuramente.

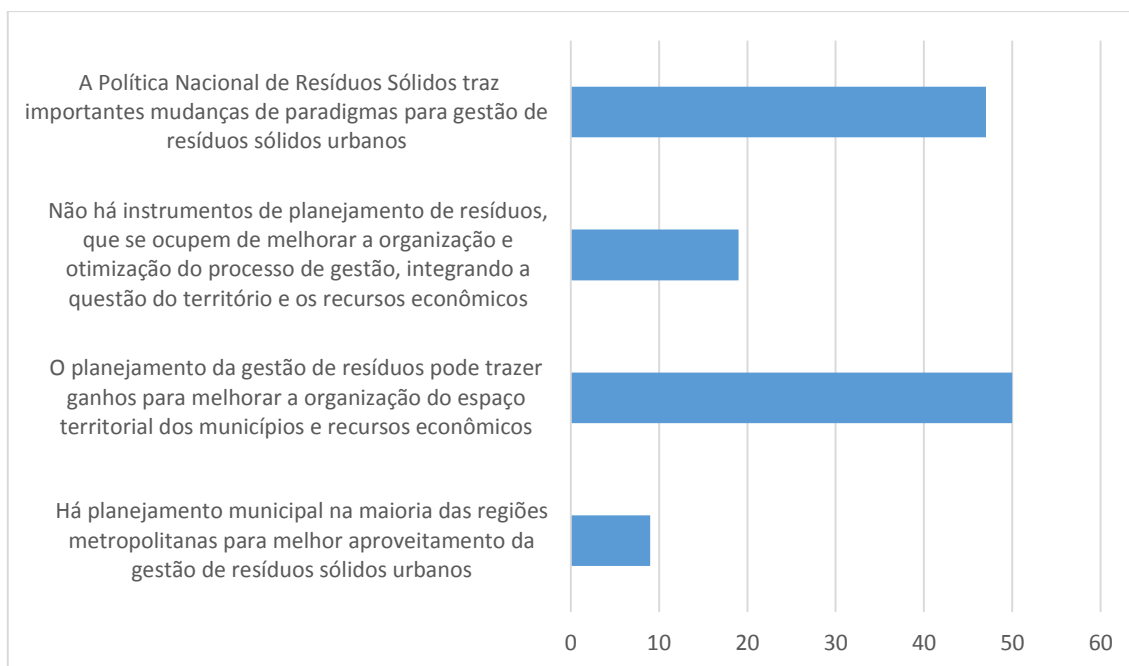


Gráfico 8 – Posicionamento dos especialistas sobre planejamento dos resíduos sólidos e a Política Nacional de Resíduos Sólidos

Fonte: Elaborado pelo autor.

A segunda etapa do questionário tratou de avaliar e complementar as variáveis ou ações presentes de forma direta e/ou indireta na gestão de resíduos sólidos urbanos. A avaliação e complementação são apresentadas no próximo subcapítulo.

4.4 AVALIAÇÃO E COMPLEMENTAÇÃO DAS VARIÁVEIS

Para a complementação das variáveis foi feita uma pergunta aberta na segunda fase do questionário, um espaço para os especialistas incluírem novas variáveis, caso considerassem necessário.

Foram incluídas quatro novas variáveis: a primeira é o incentivo financeiro, caracterizado por descontos em impostos, ou qualquer tipo de recompensa para aqueles que realizarem corretamente a segregação dos resíduos, entre orgânicos e recicláveis, além do correto acondicionamento. A segunda variável incluída foi a composição gravimétrica dos resíduos, sendo definida como informações sobre a composição/ caracterização, dos materiais que compõem o resíduo, facilitando etapas como a coleta, o transporte e os tratamentos.

A terceira variável abrangida foi a interação e a participação, considerada como participação direta da sociedade nas decisões e ações na gestão dos resíduos sólidos urbanos. A

última variável incluída foi o controle e articulação do composto gerado, definido pela distribuição e/ou negociação do composto, seja pelo encaminhamento para os produtores rurais, utilização municipal (hortos, praças), seja para os demais interessados/ beneficiados. As quatro novas variáveis foram classificadas como variáveis que podem influenciar ou condicionar as etapas e a gestão de resíduos sólidos, demonstrado no quadro 38.

Com a adição destas novas variáveis e considerando as variáveis apresentadas no quadro 37, a primeira questão da segunda etapa do questionário, ficou com um total de trinta e seis variáveis para avaliação. A avaliação dos especialistas é demonstrada em dois quadros, que foram segregados de acordo com a classificação feita no quadro 38. No primeiro quadro estão as variáveis presentes diretamente nas etapas de gestão dos resíduos sólidos urbanos e as variáveis que fazem parte da forma de gestão (quadro 43). No quadro 44 estão as variáveis que podem influenciar ou condicionar as etapas e a gestão de resíduos sólidos. Na coluna estão os especialistas, um total de catorze e na horizontal estão as variáveis, indicadas por siglas.

Com relação às respostas dadas pelos especialistas, houve um predomínio da resposta extremamente relevante (1), correspondendo a um total de 52,18%, seguido da resposta muito relevante (2), com 34,72% das escolhas. A opção pouco relevante (3) obteve 11,50% das escolhas e as respostas ligeiramente relevantes (4) e irrelevantes (5) obtiveram as menores escolhas, representando 1,19% e 0,39%, respectivamente. Esses resultados demonstram a importância de todas as variáveis dentro do sistema de gestão de resíduos sólidos urbanos.

Continua

Especialista/ Variável	Ac ¹⁰	Co	Pe	Pv	Et	Cp	Re	Ta	Ui	As	Ci	Tp
1	1	1	3	3	3	3	1	1	2	3	3	1
2	1	1	1	1	3	1	1	3	3	2	1	3
3	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
4	2	1	1	1	3	1	2	2	2	2	2	3
5	1	1	1	2	2	1	1	2	1	1	2	3
6	2	1	2	2	1	2	2	2	1	1	1	2
7	1	1	1	1	3	1	1	2	2	1	2	3
8	2	2	2	2	3	2	2	2	4	2	2	2

¹⁰ Ac= Acondicionamento; Co= Coleta; Pe= Ponto de coleta especial; Pv= Pontos de coleta voluntária; Et= Estação de transbordo/transporte; Cp= Compostagem Re= Reciclagem; Ta= Tratamento alternativo; Ui= Usina de incineração; As= Aterro sanitário; Ci= Cooperativismo; Tp= Terceirização/parceria.

Especialista/ Variável	Conclusão											
	Ac ¹¹	Co	Pe	Pv	Et	Cp	Re	Ta	Ui	As	Ci	Tp
9	1	2	2	2	2	2	2	3	2	1	3	3
10	1	1	1	1	2	2	1	2	3	1	1	1
11	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1
12	2	1	2	4	3	2	2	3	3	1	3	3
13	3	2	3	3	3	2	2	2	4	1	2	2
14	1	1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	3

Quadro 43 – Ponderações dos especialistas sobre as variáveis presentes diretamente nas etapas de gestão dos resíduos sólidos urbanos e as variáveis que fazem parte da forma de gestão

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota:

As cores branca, azul, laranja e rosa apenas referenciam respectivamente as respostas: extremamente relevantes (1), muito relevantes (2), pouco relevantes (3) e ligeiramente relevantes (4).

Tratando as respostas de acordo com a formação acadêmica de cada especialista, foi possível diferenciar as respostas dadas de acordo com a formação. Essa diferenciação foi feita pela média das respostas dadas, ou seja, a divisão da somatória das respostas (1, 2, 3, 4 ou 5) pelo número de variáveis (36). Com base nestes cálculos, foram feitas as seguintes aferições:

Os especialistas com formação em engenharia mecânica e engenharia civil, obtiveram uma média de respostas de 1,66 e 1,47 respectivamente. Os especialistas com outras formações deram respostas médias próximas ou superiores a 2 (Muito relevante). O especialista formado em geografia teve uma média de 1,88 por respostas; já os especialistas com formação em economia e biologia obtiveram uma média de 2,16 por resposta.

Isto demonstra uma limitação do trabalho, que teve a predominância de especialistas formados em engenharia civil, representando mais de 70% dos especialistas trabalhados. A participação de especialistas com outras formações poderia levar a outros resultados.

¹¹ Ac= Acondicionamento; Co= Coleta; Pe= Ponto de coleta especial; Pv= Pontos de coleta voluntária; Et= Estação de transbordo/transporte; Cp= Compostagem Re= Reciclagem; Ta= Tratamento alternativo; Ui= Usina de incineração; As= Aterro sanitário; Ci= Cooperativismo; Tp= Terceirização/parceria.

Especialista/ Variável	Po ₁₂	Gc	Cc	Ea	Cv	Iu	Pp	Pu	Ct	Ca	Ss	Cs	Cm	Ae	La	Pc	Fi	Us	Pl	Lr	If	Cg	Ip	Cr
1	2	1	1	3	2	3	1	1	1	3	2	1	3	1	3	1	2	3	2	1	2	1	2	2
2	1	1	1	1	2	1	3	1	1	2	1	1	1	2	2	2	1	1	2	1	3	2	2	2
3	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2
4	2	2	1	1	1	2	2	2	2	5	2	2	1	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	3
5	1	1	1	1	2	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1
6	1	1	2	2	2	1	2	2	2	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7	1	1	1	1	2	1	5	1	2	2	2	1	1	2	1	1	1	3	1	2	3	1	1	2
8	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	3	2	2	1	2	1	1	2	1	1	2
9	2	2	3	3	3	2	3	4	2	2	3	1	2	3	1	2	1	1	2	2	3	2	2	2
10	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	2	2	2	1	1	1	1	2	2	1	2	2
11	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
12	4	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	1	1	1	1	2	2	2	2	3
13	1	2	2	1	1	3	1	1	2	2	2	1	2	2	1	2	1	1	1	1	3	1	1	2
14	1	2	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Quadro 44 – Ponderações dos especialistas sobre as variáveis que podem influenciar ou condicionar as etapas e a gestão de resíduos sólidos

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota:

As cores branca, azul, laranja, rosa e verde apenas referenciam respectivamente as respostas: extremamente relevante (1), muito relevante (2), pouco relevante (3), ligeiramente relevante (4) e irrelevante (5).

¹² Po= População; Gc= Geração per capita; Cc= Consumo consciente; Ea= Educação ambiental; Cv= Ciclo de vida do produto; Iu= Infraestrutura urbana; Pp= Poder público; Pu= Políticas públicas; Ct= Capacitação e treinamento; Ca= Carrinheiros; Ss= Saúde e segurança no trabalho; Cs= Custo; Cm= Comercialização e mercado; Ae= Aproveitamento energético; La= Licenciamento ambiental; Pc= Prevenção e controle; Fi= Fiscalização e informação; Us= Universalização dos serviços; Pl= Planejamento; Lr= Logística reversa; If= Incentivo financeiro; Cg= Composição gravimétrica; Ip= Interação e participação; Cr= Comércio e articulação do composto.

4.5 DETERMINAÇÃO DAS PRINCIPAIS VARIÁVEIS

Antes da determinação das variáveis, foi feito um teste de confiabilidade da escala utilizada no questionário. Para tanto, utilizou-se o coeficiente alfa de Cronbach, uma das ferramentas estatísticas mais difundidas e importantes aplicadas a pesquisas (CORTINA, 1993).

Para medir alfa, considera-se X como sendo uma matriz n x k, que corresponde às respostas quantificadas de um questionário. Cada coluna representa uma questão e cada linha de X representa um sujeito. As respostas quantificadas podem estar em qualquer escala (LEONTITSIS; PAGGE, 2007). De acordo com Leontitsis e Pagge (2007), o coeficiente alfa de Cronbach é mensurado pela equação:

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left[\frac{\sigma_{\tau}^2 - \sum_{i=1}^k \sigma_i^2}{\sigma_{\tau}^2} \right]$$

Caso o coeficiente seja maior que 0,7, é possível afirmar a confiabilidade da escala (MARTINS, 2006). Para o cálculo do coeficiente foi utilizado o programa estatístico *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS). Segundo Guimarães (2007), o *software* é utilizado para análise estatística de dados, em um ambiente de fácil manipulação, utilizando-se de menus e janelas de diálogos que possibilitam realizar cálculos complexos e visualizar os resultados de forma simples e autoexplicativas. Para a análise, foi inserido o conjunto de variáveis e os dados. Em seguida, foi selecionada a opção analisar presente, na parte superior do programa. Depois foi selecionada a opção escala – análise de confiabilidade, selecionando o modelo alfa. Após isto, o programa analisou as respostas: o resultado é demonstrado no quadro 45.

Coeficiente de Cronbach	Número de variáveis
0,922	36

Quadro 45 – Cálculo de confiabilidade
Fonte: Elaborado pelo autor.

Todas as variáveis encontradas possuem uma determinada importância dentro do sistema. Logo, o tratamento dos resultados possibilitou demonstrar as principais variáveis por

meio de uma classificação, com base nos resultados obtidos pelo questionário. As respostas dos especialistas são demonstradas no apêndice E. No gráfico 9 estão as variáveis classificadas e ponderadas de acordo com o cálculo descrito no apêndice C, podendo alcançar uma ponderação máxima de valor 56.

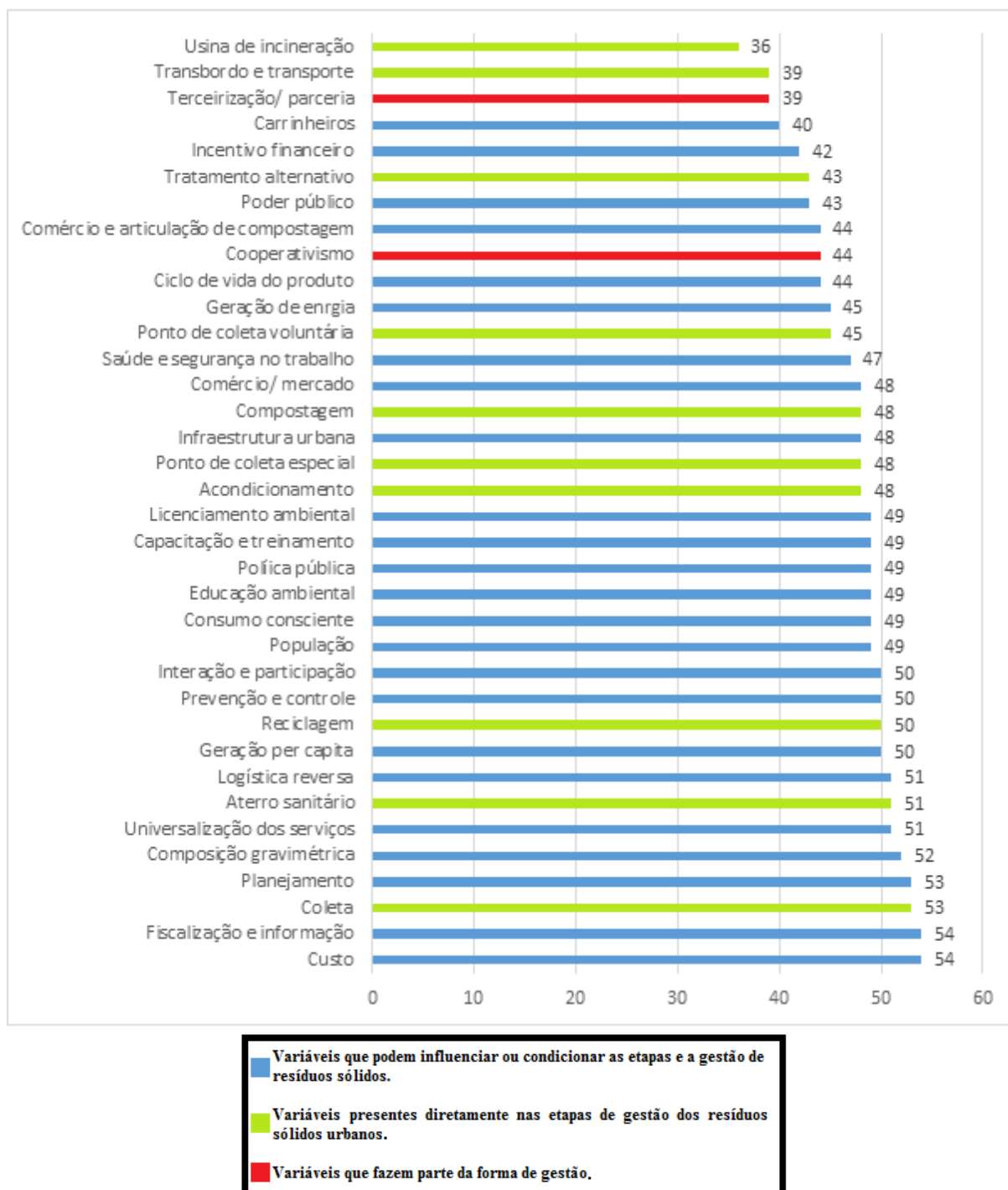


Gráfico 9 – Ponderação dos especialistas sobre as variáveis presentes na gestão de resíduos sólidos urbanos
Fonte: Elaborado pelo autor.

Entre as variáveis apresentadas no gráfico 9, três chamam a atenção do ponto de vista de relevância. A primeira é a variável considerada menos relevante, a usina de incineração,

muito utilizada em países desenvolvidos como a Alemanha e Japão, justificada pela ausência de espaço físico para tratamentos e principalmente aterros sanitários (FUNDAÇÃO..., 2012a).

Esta alternativa é pouca utilizada no Brasil, porque uma das principais formas de tratamento é o aterramento dos resíduos (ASSOCIAÇÃO..., 2011), o qual já apresenta problemas, principalmente pela necessidade de grandes áreas para construção de novos aterros, o que gera impasse entre município e a população que vive em torno das áreas que podem ser utilizadas para esse fim.

As outras duas variáveis que chamam a atenção por não serem relevantes para a gestão de resíduos sólidos são carrinheiros e cooperativas, ainda que tenham recebido destaque na Política Nacional de Resíduos Sólidos para integração na cadeia de resíduos sólidos urbanos, devido ao importante papel que desenvolvem nos municípios (BRASIL, 2010a).

4.6 PONDERAÇÃO DAS VARIÁVEIS CONFORME SUAS RELAÇÕES DIRETAS

Nesta etapa, as variáveis foram ponderadas conforme as suas relações diretas. Foi o primeiro passo para a análise pelo programa MICMAC© para estabelecer as relações diretas e indiretas de todas as variáveis (GODET, 2004). A ponderação foi baseada nas respostas dadas pelos especialistas. Como demonstrado anteriormente, todas as variáveis possuem importância dentro do sistema; logo, o valor mínimo estabelecido para uma variável foi 1. Somente foi atribuído 0 para as variáveis que não possuíam nenhuma relação direta.

As trinta e seis variáveis foram divididas em três partes, cada uma com doze variáveis. Para classificação, utilizaram-se os resultados apresentados no gráfico 9. As variáveis consideradas como extremamente relevantes foram designadas com o valor 3. São elas: Custo; Fiscalização e informação; Coleta; Planejamento; Composição gravimétrica; Universalização dos serviços; Aterro sanitário; Logística reversa; Geração per capita; Reciclagem; Prevenção e controle; Interação e participação.

Na zona intermediária do gráfico 9, foram valoradas como 2 as seguintes variáveis: População; Consumo consciente; Educação ambiental; Política pública; Capacitação e treinamento; Licenciamento ambiental; Acondicionamento; Ponto de coleta especial; Infraestrutura urbana; Compostagem; Comércio/ mercado; Saúde e segurança no trabalho.

As demais variáveis: Ponto de coleta voluntária; Geração de energia; Ciclo de vida do produto; Cooperativismo; Comércio e articulação do composto gerado; Poder público;

Tratamento alternativo; Incentivo financeiro; Carrinheiros; Terceirização/parceiro; Transbordo e transporte; Usina de incineração foram determinadas com valor 1.

A matriz ponderada é demonstrada no quadro 46.

Variáveis	A _c ¹³	Co	Pe	Pv	Et	Re	Ta	Ui	As	Tp	Cp	Po	Gc	Cc	Ea	Cv	Iu	Ci	Pp	Pu	Ct	Ca	Ss	Cs	Cm	Ae	La	Pc	Fi	Us	Pl	Lr	If	Cg	Ip	Cr			
Ac	0	2	2	2	2	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	2	2	2	2	2	2	0	2	0	2	0	2	2	2	0	0	2		
Co	0	0	3	3	3	3	3	3	3	0	3	0	0	0	0	0	0	3	0	3	3	3	3	3	3	3	3	0	3	0	3	3	3	3	0	0	0		
Pe	2	2	0	0	2	2	2	2	2	2	1	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0		
Pv	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0		
Et	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1		
Re	3	3	3	3	3	0	3	3	3	3	3	0	0	3	0	0	3	3	3	3	3	3	3	0	3	3	3	0	3	3	3	3	3	3	0	0	0		
Ta	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0		
Ui	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0		
As	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	3	0	3	3	3	0	0	0	3	0	3	0	3	3	0	3	0	0	0	0	0		
Tp	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1		
Cp	0	0	0	2	0	2	2	2	2	0	2	0	0	2	0	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	2		
Po	2	2	2	2	2	2	0	0	2	0	2	0	2	0	0	2	0	2	2	2	2	2	0	2	2	2	2	0	2	2	2	2	2	2	0	2	2	0	
Gc	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0		
Cc	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	2	0	2	0	0	2	0	2	0	0	0	0	2	2	2	2	2	2	0	2	0	0	2	2	0	2	2	0	
Ea	2	2	2	2	2	0	2	0	2	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	2	0	0	2	2	0	2	2	0	2	0	
Cv	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
Iu	0	2	2	2	2	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	2	
Ci	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
Pp	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	
Pu	0	2	2	2	0	2	2	2	2	0	2	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	2	2
Ct	0	2	0	0	2	2	0	2	2	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	2	2	2	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	2	
Ca	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	
Ss	0	2	2	0	2	2	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	2	2	2	2	2	2	2	2	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	
Cs	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	3	
Cm	0	0	0	0	0	2	0	0	2	2	2	0	0	0	0	0	2	2	0	0	2	2	2	2	2	0	0	0	2	0	0	2	0	2	0	2	0	2	
Ae	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
La	0	0	2	2	0	2	2	2	2	0	2	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	
Pc	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
Fi	0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
Us	0	3	3	3	3	3	0	0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	
Pl	0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	3
Lr	3	3	0	3	3	3	0	0	3	0	0	0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0
If	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0
Cg	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	3	3	0	3	0	0	3	3	3	3	3	0	0
Ip	3	3	3	3	3	3	3	0	3	0	3	0	3	3	0	0	0	3	3	0	3	3	0	3	3	0	0	0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0
Cr	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	

Quadro 46 – Matriz com a ponderação das variáveis

Fonte: Elaborado pelo autor

¹³ Ac= Acondicionamento; Co= Coleta; Pe= Ponto de coleta especial; Pv= Pontos de coleta voluntária; Et= Estação de transbordo/transporte; Re= Reciclagem; Ta= Tratamento alternativo Cp= Compostagem; Ui= Usina de incineração; As= Aterro sanitário; Tp= Terceirização/parceria; Ci= Cooperativismo; Po= População; Gc= Geração per capita; Cc= Consumo consciente; Ea= Educação ambiental; Cv= Ciclo de vida do produto; Iu= Infraestrutura urbana; Pp= Poder público; Pu= Políticas públicas; Ct= Capacitação e treinamento; Ca= Carrinheiros; Ss= Saúde e segurança no trabalho; Cs= Custo; Cm= Comercialização e mercado; Ae= Aproveitamento energético; La= Licenciamento ambiental; Pc= Prevenção e controle; Fi= Fiscalização e informação; Us= Universalização dos serviços; Pl= Planejamento; Lr= Logística reversa; If= Incentivo financeiro; Cg= Composição gravimétrica; Ip= Interação e participação; Cr= Comércio e articulação do composto gerado.

4.7 ANÁLISE FEITA PELO SOFTWARE MICMAC©

O programa MICMAC© permitiu identificar as variáveis-chave pelo método da Matriz de Impactos Cruzados (MIC) e das Multiplicações Aplicadas a uma Classificação (MAC). Desta forma, após a ponderação, as variáveis passaram por uma análise, possibilitando estabelecer relações diretas e indiretas. A classificação indireta foi realizada pela elevação da matriz à potência, o que permitiu confirmar a importância de certas variáveis que, em função das suas ações indiretas, têm um papel significativo no sistema (GODET, 2004). O resultado desta análise permitiu demonstrar a influência e dependência entre as variáveis.

Baseado na análise realizada pelo programa MICMAC©, foi possível classificar as variáveis que impactam o sistema de forma direta e indireta. Na figura 46, estão distribuídas as variáveis classificadas pela sua influência e dependência direta. As variáveis Geração per capita, Interação e participação e Universalização dos serviços, apresentadas na parte superior esquerdo do mapa de influência e dependência (quadrante 1) representando variáveis muito influentes e pouco dependentes, ou seja, são as variáveis explicativas, que condicionam o resto do sistema (figura 31).

Na região superior direita do mapa (quadrante 2), estão as seguintes variáveis: Fiscalização e informação, Políticas públicas, Coleta, Prevenção e controle, Reciclagem, Custo e Planejamento. Estas variáveis são, ao mesmo tempo, muito dependentes e muito influentes: isto significa que possuem uma natureza instável, ou seja, qualquer ação sobre elas repercutirá sobre as demais variáveis, bem como o efeito contrário. Comumente, é neste setor que se encontram os desafios do sistema (figura 31).

No setor inferior direito (quadrante 3), estão as seguintes variáveis: Usina de incineração, Aproveitamento energético, Tratamento alternativo, Comercialização/ mercado, Saúde e segurança do trabalho, Carrinheiros, Pontos de coleta especial, Pontos de coleta voluntária, Cooperativismo, Aterro sanitário, Estação de transbordo/ transporte e Compostagem. Neste local as variáveis são pouco influentes e muito dependentes, ou seja, são as variáveis de resultados cujo desenvolvimento está ligado as variáveis dos setores 1 e 2 (figura 31).

As variáveis: Ciclo de vida do produto, Comércio e articulação do composto gerado e Licenciamento ambiental estão presentes na posição inferior esquerda do mapa (quadrante 4), sendo as variáveis pouco influentes e pouco dependentes, que constituem tendências ou fatores relativamente desligados do sistema, devido ao seu desenvolvimento autônomo (figura 31).

Na região intermediária, denominada como cinco na figura 31, estão as variáveis: Educação ambiental, População, Consumo consciente, Acondicionamento, Composição gravimétrica, Logística reversa, Poder público, Capacitação e treinamento, Infraestrutura urbana, Incentivo financeiro e Terceirização/ parceria. Estas variáveis são razoavelmente influentes e/ou dependentes, denominadas por Godet (2004) de variáveis de pelotão: a princípio podem não sugerir nada, porque são variáveis que se encontram em uma localização pouco definida e intermediária (figura 31).

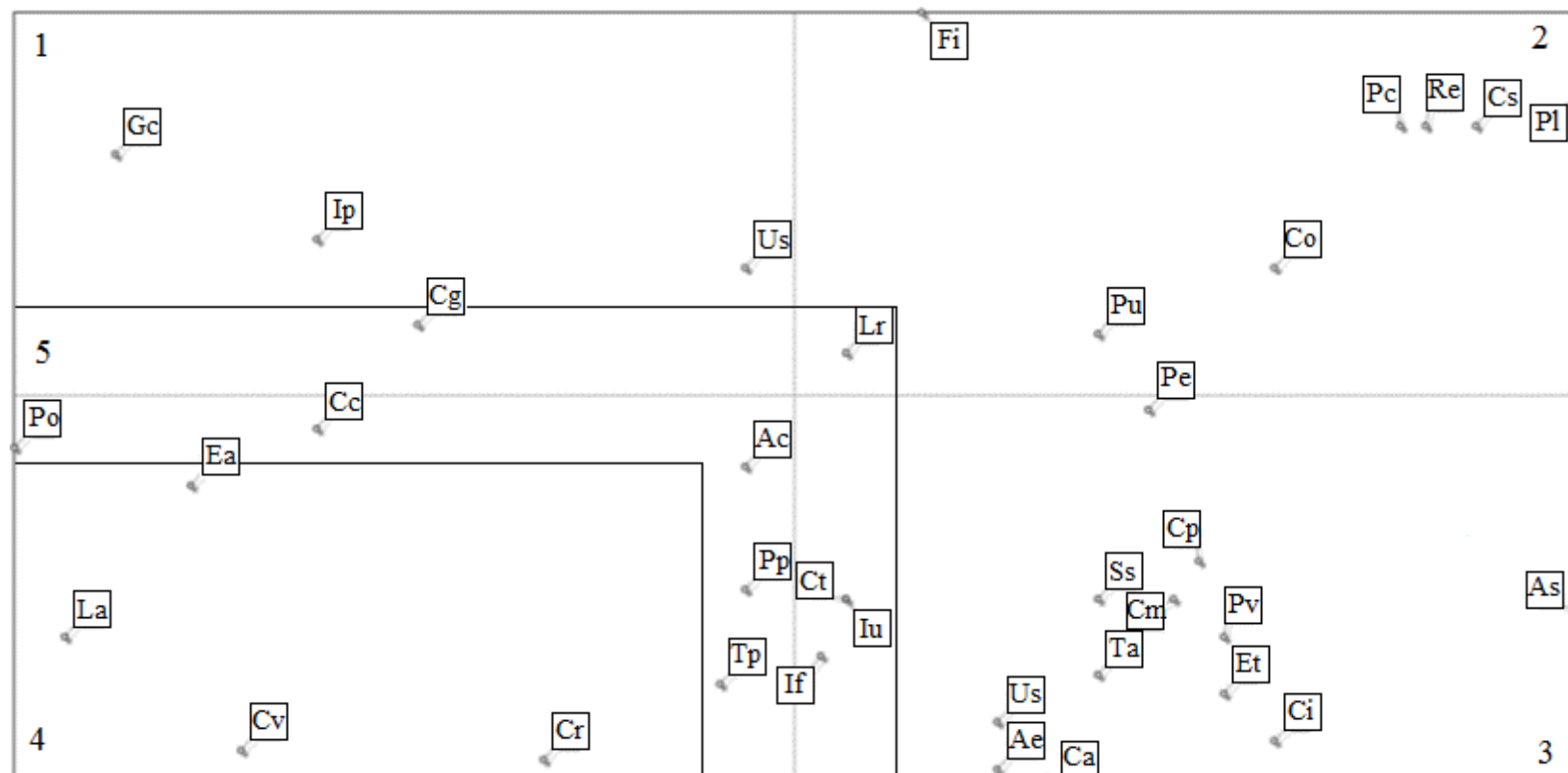


Figura 31 – Mapa de influência e dependência direta das variáveis¹⁴

Fonte: O autor com apoio do *software* MICMAC®.

¹⁴ ¹⁴ Ac= Acondicionamento; Co= Coleta; Pe= Ponto de coleta especial; Pv= Pontos de coleta voluntária; Et= Estação de transbordo/transporte; Re= Reciclagem; Ta= Tratamento alternativo Cp= Compostagem; Ui= Usina de incineração; As= Aterro sanitário; Tp= Terceirização/parceria; Ci= Cooperativismo; Po= População; Gc= Geração per capita; Cc= Consumo consciente; Ea= Educação ambiental; Cv= Ciclo de vida do produto; Iu= Infraestrutura urbana; Pp= Poder público; Pu= Políticas públicas; Ct= Capacitação e treinamento; Ca= Carrinheiros; Ss= Saúde e segurança no trabalho; Cs= Custo; Cm= Comercialização e mercado; Ae= Aproveitamento energético; La= Licenciamento ambiental; Pc= Prevenção e controle; Fi= Fiscalização e informação; Us= Universalização dos serviços; Pl= Planejamento; Lr: Logística reversa; If= Incentivo financeiro; Cg= Composição gravimétrica; Ip= Interação e participação; Cr= Comércio e articulação do composto gerado.

A influência e dependência indireta das variáveis podem ser observadas no mapa, na figura 32. Os dados deste mapa foram tratados comparativamente com os dados obtidos no mapa de influência e dependência direta, ou seja, são mencionadas aqui aquelas variáveis que acabaram dispostas de forma diferente da figura 31, representando novas relevâncias do ponto de vista de relação indireta.

A variável Logística reversa passa a ser uma variável muito influente e pouco dependente (quadrante 1). Já as variáveis Ponto de coleta especial e Universalização dos serviços passam a ser variáveis de natureza instável (quadrante 2), sendo desafios para o sistema (figura 32). As variáveis Poder público e Terceirização/parceria passam a estar presentes no quadrante 3, sendo variáveis pouco influentes e muito dependentes: seu desenvolvimento está ligado às variáveis dos setores 1 e 2. A variável Comércio e articulação do composto gerado torna-se razoavelmente influente e/ou dependente na ótica da relação indireta, presente na área intermediária (5) (figura 32).

A análise das relações indiretas das variáveis permitiu evidenciar diferenças entre as relações direta e a indireta, demonstrando o papel significativo das ações indiretas no sistema (GODET, 2004).

Com relação à estabilidade, os dois mapas, tanto o de influência e dependência indireta quanto a direta, possuem um sistema relativamente estável. A vantagem de um sistema estável é introduzir uma dicotomia entre variáveis influentes, sobre as quais é possível agir ou não, bem como nas variáveis de resultados que dependem dos precedentes (GODET, 2004).

Foi possível, por meio dos resultados obtidos pelo *software* MICMAC®, baseado em cálculos e análises de todas as variáveis e suas relações direta, indireta e cruzada, estabelecer comparações. Os resultados da influência direta e indireta das variáveis possibilitou confrontar duas hierarquias de variáveis, permitindo uma reorganização do grau de importância de cada variável no sistema. Essa comparação confirma a importância de certas variáveis e revela outras consideradas a princípio pouco importantes, mas que podem desempenhar, por meio de influências indiretas, um papel essencial no funcionamento do sistema (SOUZA; VERGARA, 2012).

Na figura 33 estão as variáveis hierarquizadas e relacionadas de forma indireta e direta, levando-se em conta sua influência. Nota-se que a variável fiscalização e informação permanece em destaque tanto na coluna esquerda, que hierarquiza as principais variáveis de influência direta, como na coluna direita, que hierarquiza as principais variáveis de influência indireta.

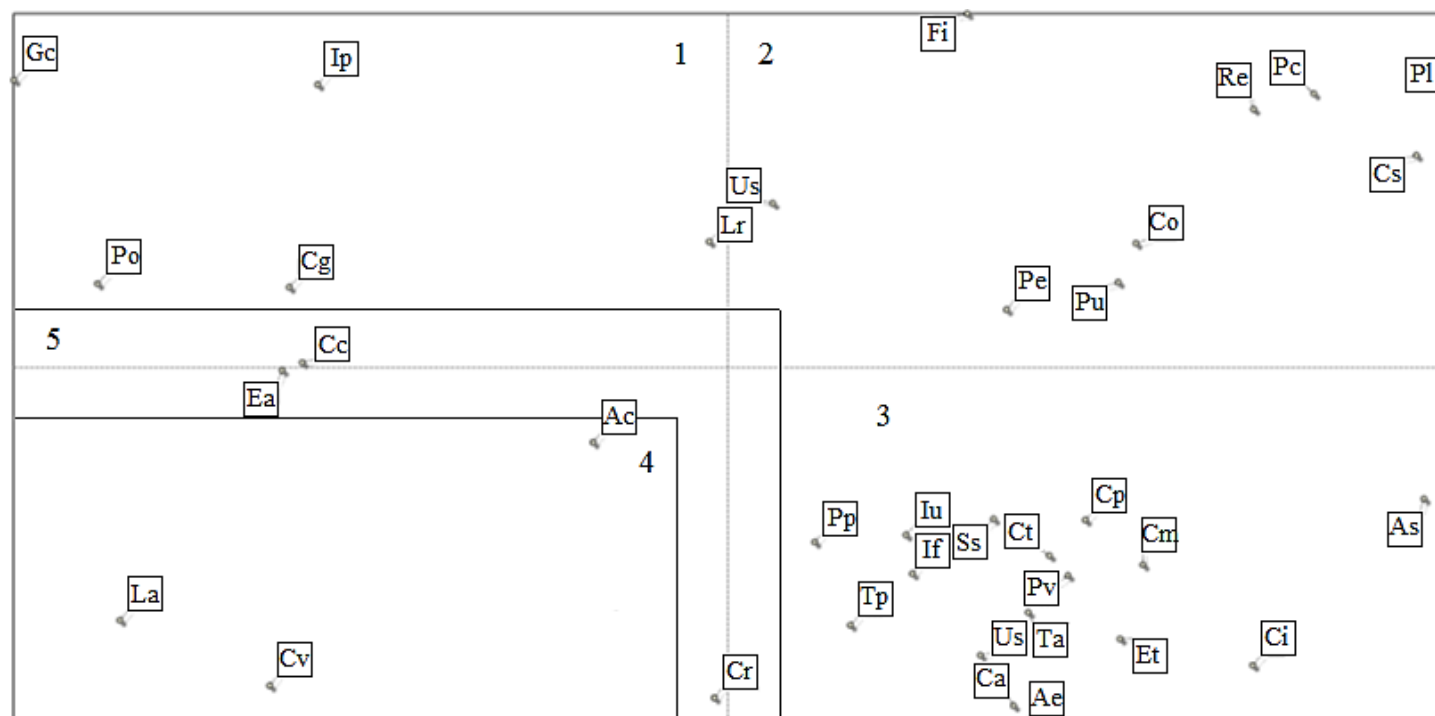


Figura 32 – Mapa de influência e dependência indireta das variáveis¹⁵
 Fonte: O autor com apoio do *software* MICMAC®.

¹⁵ ¹⁵ Ac= Acondicionamento; Co= Coleta; Pe= Ponto de coleta especial; Pv= Pontos de coleta voluntária; Et= Estação de transbordo/transporte; Re= Reciclagem; Ta= Tratamento alternativo Cp= Compostagem; Ui= Usina de incineração; As= Aterro sanitário; Tp= Terceirização/parceria; Ci= Cooperativismo; Po= População; Gc= Geração per capita; Cc= Consumo consciente; Ea= Educação ambiental; Cv= Ciclo de vida do produto; Iu= Infraestrutura urbana; Pp= Poder público; Pu= Políticas públicas; Ct= Capacitação e treinamento; Ca= Carrinheiros; Ss= Saúde e segurança no trabalho; Cs= Custo; Cm= Comercialização e mercado; Ae= Aproveitamento energético; La= Licenciamento ambiental; Pc= Prevenção e controle; Fi= Fiscalização e informação; Us= Universalização dos serviços; Pl= Planejamento; Lr: Logística reversa; If= Incentivo financeiro; Cg= Composição gravimétrica; Ip= Interação e participação; Cr= Comércio e articulação do composto gerado.

As dez variáveis mais relevantes na coluna de influência direta são: Fiscalização e informação; Planejamento; Reciclagem; Custo; Prevenção e controle; Geração per capita; Interação e participação; Coleta; Geração per capita; Composição gravimétrica.

As dez variáveis mais relevantes na coluna de influência indireta são: Fiscalização e informação; Geração per capita; Interação e participação; Prevenção e controle; Planejamento; Reciclagem; Custo; Universalização dos serviços; Logística reversa; Coleta.

Comparando as variáveis das duas colunas, nota-se que algumas variáveis ranqueadas na coluna de influência direta sofrem uma alteração de posição na coluna de influência indireta. Isso demonstra que a relevância de forma indireta não pode ser ignorada, pois acaba exercendo um papel essencial para o desenvolvimento de um sistema.

Entre as variáveis que sofreram uma alteração de relevância de influência da coluna da esquerda para a da direita, ou seja, melhoraram a sua classificação com base na relevância indireta estão: Geração per Capita, Interação e Participação, Prevenção e Controle, Universalização dos Serviços, Logística Reversa, Educação Ambiental, População, Aterro Sanitário, Saúde e Segurança no Trabalho, Incentivo Financeiro, Tratamentos Alternativos e Carrinheiros (figura 33).

Destas, ressaltam-se as variáveis: Geração per Capita, Interação e Participação, Prevenção e Controle, Universalização dos Serviços e Logística Reversa, que estão ranqueadas entre as dez mais relevantes. Destacam-se também as variáveis População, Aterro Sanitário e Saúde e Segurança no trabalho, que deram saltos dentro da hierarquização da coluna da direita, demonstrando a importância das relações indiretas (figura 33).

A figura 34, apresenta hierarquização das variáveis conforme a dependência direta e indireta. Comparando as variáveis presentes na coluna da esquerda (variáveis ranqueadas de acordo com suas relações direta) com as da direita (variáveis hierarquizadas conforme a suas relações indiretas), têm-se os seguintes resultados:

As dez variáveis mais relevantes na coluna de dependência direta são: Aterro sanitário; Planejamento; Custo; Reciclagem; Prevenção e controle; Coleta; Cooperativas; Pontos de coleta voluntária; Estação de transbordo/ transporte; Compostagem (Figura 34).

As dez variáveis mais relevantes na coluna de dependência indireta são: Planejamento; Aterro sanitário; Custo; Prevenção e controle; Reciclagem; Cooperativas; Comercialização e mercado; Coleta; Estação de transbordo/ transporte; Políticas públicas. São variáveis que dependem do funcionamento de outras variáveis para o seu desenvolvimento (Figura 34).

Entre as variáveis que sofreram uma alteração de relevância de dependência da coluna da esquerda para a da direita, ou seja alteram sua posição na classificação de relevância estão: Planejamento; Prevenção e controle, Cooperativas; Comercialização e mercado; Políticas Públicas; Aproveitamento energético; Incentivo financeiro; Terceirização/ parceria; Poder público; Universalização dos serviços; Comércio e articulação do composto gerado; Interação e participação; Educação ambiental; Licenciamento ambiental; População (Figura 34).

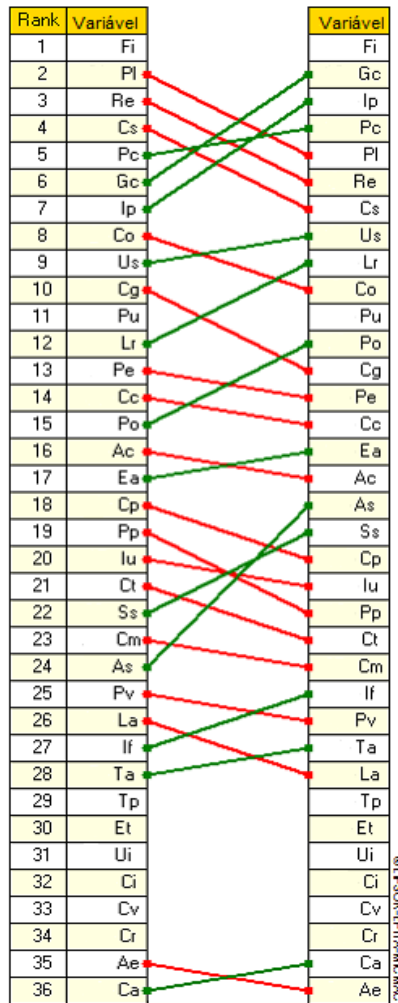


Figura 33 – Hierarquização das variáveis segundo a influência direta e indireta de suas relações¹⁶
Fonte: O autor com apoio do software MICMAC®.

¹⁶ Ac= Acondicionamento; Co= Coleta; Pe= Ponto de coleta especial; Pv= Pontos de coleta voluntária; Et= Estação de transbordo/transporte; Re= Reciclagem; Ta= Tratamento alternativo Cp= Compostagem; Ui= Usina de incineração; As= Aterro sanitário; Tp= Terceirização/parceria; Ci= Cooperativismo; Po= População; Gc= Geração per capita; Cc= Consumo consciente; Ea= Educação ambiental; Cv= Ciclo de vida do produto; Iu= Infraestrutura urbana; Pp= Poder público; Pu= Políticas públicas; Ct= Capacitação e treinamento; Ca= Carrinhos; Ss= Saúde e segurança no trabalho; Cs= Custo; Cm= Comercialização e mercado; Ae= Aproveitamento energético; La= Licenciamento ambiental; Pc= Prevenção e controle; Fi= Fiscalização e informação; Us= Universalização dos serviços; Pl= Planejamento; Lr: Logística reversa; If= Incentivo financeiro; Cg= Composição gravimétrica; Ip= Interação e participação; Cr= Comércio e articulação do composto gerado.

Ressalta-se a variável Planejamento, que assume a posição de destaque sob a ótica de análise indireta. A análise indireta fez com que as variáveis Comercialização e mercado e Políticas públicas figurassem entre as dez mais relevantes em relação à dependência indireta entre variáveis. Outros destaques na coluna da direita são as variáveis: Aproveitamento energético; Capacitação e treinamento e Terceirização/parceiros, que deram saltos na hierarquização das variáveis de dependência indireta (figura 34).

Comparando as figura 33 e 34, nota-se que as variáveis: Planejamento; Reciclagem; Custo; Coleta; Prevenção e controle estão presentes entre as dez variáveis mais relevantes de todas as colunas hierarquizadas.

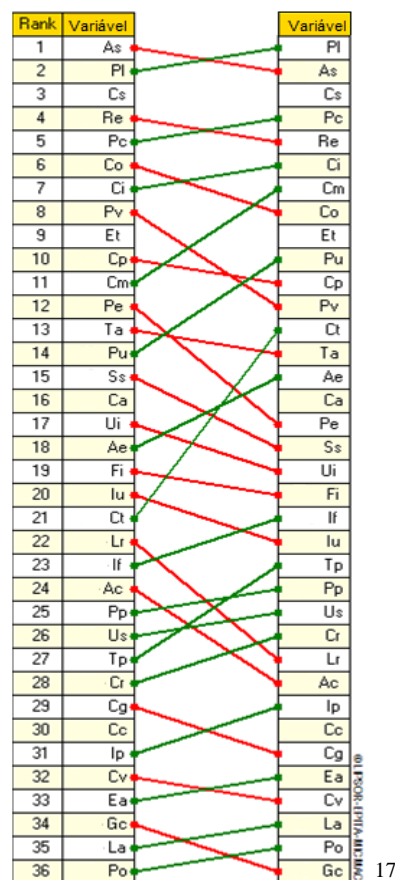


Figura 34 – Hierarquização das variáveis segundo a dependência direta e indireta de suas relações
Fonte: O autor com apoio do software MICMAC©.

¹⁷ Ac= Acondicionamento; Co= Coleta; Pe= Ponto de coleta especial; Pv= Pontos de coleta voluntária; Et= Estação de transbordo/transporte; Re= Reciclagem; Ta= Tratamento alternativo Cp= Compostagem; Ui= Usina de incineração; As= Aterro sanitário; Tp= Terceirização/parceria; Ci= Cooperativismo; Po= População; Gc= Geração per capita; Cc= Consumo consciente; Ea= Educação ambiental; Cv= Ciclo de vida do produto; Iu= Infraestrutura urbana; Pp= Poder público; Pu= Políticas públicas; Ct= Capacitação e treinamento; Ca= Carrinheiros; Ss= Saúde e segurança no trabalho; Cs= Custo; Cm= Comercialização e mercado; Ae= Aproveitamento energético; La= Licenciamento ambiental; Pc= Prevenção e controle; Fi= Fiscalização e informação; Us= Universalização dos serviços; Pl= Planejamento; Lr= Logística reversa; If= Incentivo financeiro; Cg= Composição gravimétrica; Ip= Interação e participação; Cr= Comércio e articulação do composto gerado.

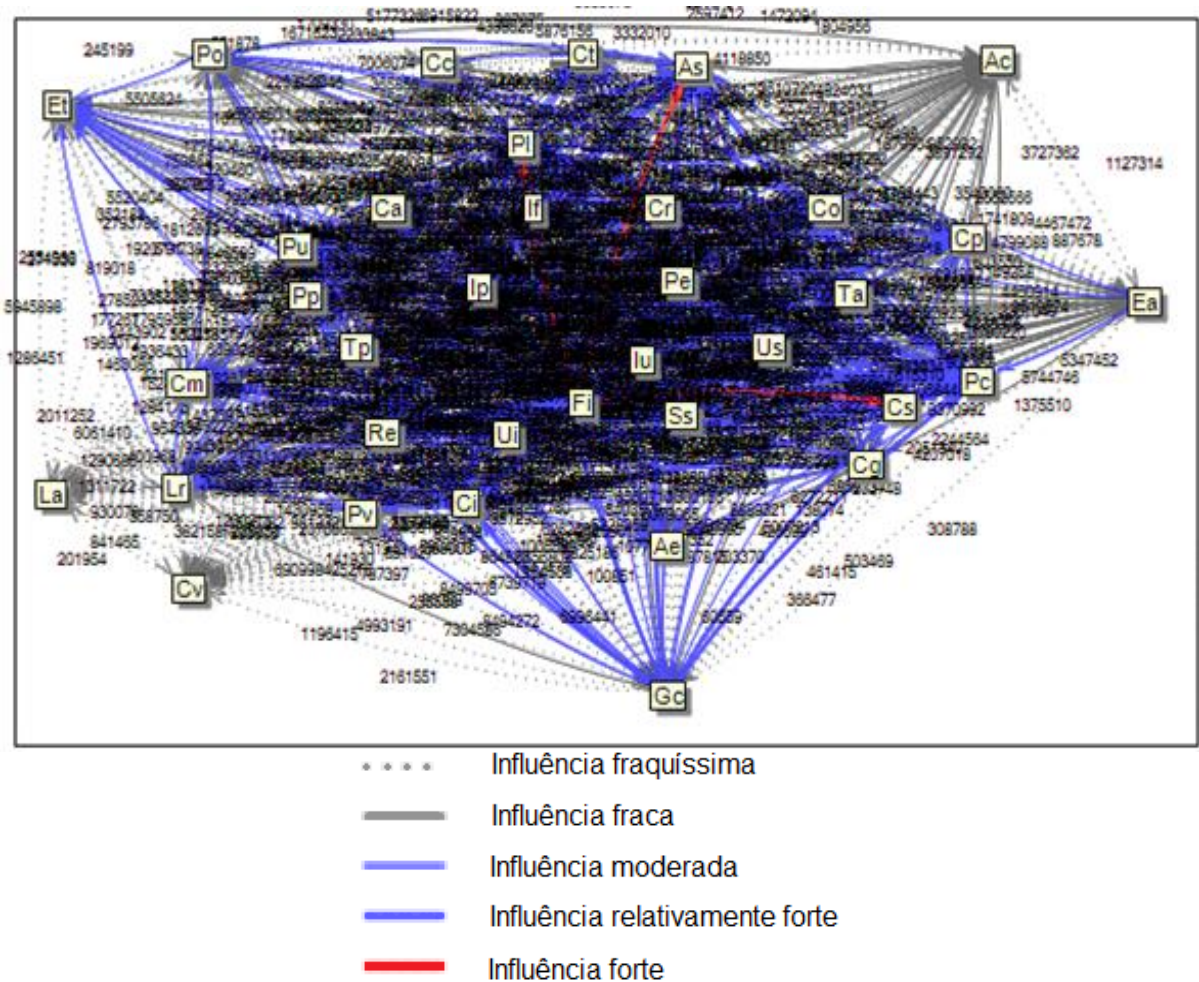


Figura 36 – Relações entre todas variáveis de influência indireta¹⁹
Fonte: O autor com apoio do software MICMAC®.

Na figura 37 são apresentadas as principais relações de influência direta entre as variáveis. As setas indicam o sentido das relações diretas: quanto maior o número de setas convergidas para uma variável, maior a sua influência entre as variáveis dentro do sistema. Ressaltam-se as seguintes variáveis: Fiscalização e informação; Planejamento; Universalização dos serviços; Interação e participação; Logística reversa; Composição gravimétrica. Outras variáveis demonstradas na figura são: Incentivo financeiro; Pontos de coleta especial; Geração

¹⁹ Ac= Acondicionamento; Co= Coleta; Pe= Ponto de coleta especial; Pv= Pontos de coleta voluntária; Et= Estação de transbordo/transporte; Re= Reciclagem; Ta= Tratamento alternativo; Cp= Compostagem; Ui= Usina de incineração; As= Aterro sanitário; Tp= Terceirização/parceria; Ci= Cooperativismo; Po= População; Gc= Geração per capita; Cc= Consumo consciente; Ea= Educação ambiental; Cv= Ciclo de vida do produto; Lu= Infraestrutura urbana; Pp= Poder público; Pu= Políticas públicas; Ct= Capacitação e treinamento; Ca= Carrinhos; Ss= Saúde e segurança no trabalho; Cs= Custo; Cm= Comercialização e mercado; Ae= Aproveitamento energético; La= Licenciamento ambiental; Pc= Prevenção e controle; Fi= Fiscalização e informação; Us= Universalização dos serviços; Pl= Planejamento; Lr: Logística reversa; If= Incentivo financeiro; Cg= Composição gravimétrica; Ip= Interação e participação; Cr= Comércio e articulação do composto gerado.

per capita; Coleta; Infraestrutura urbana; Tratamentos alternativos; Comércio e articulação do composto; Prevenção e controle.

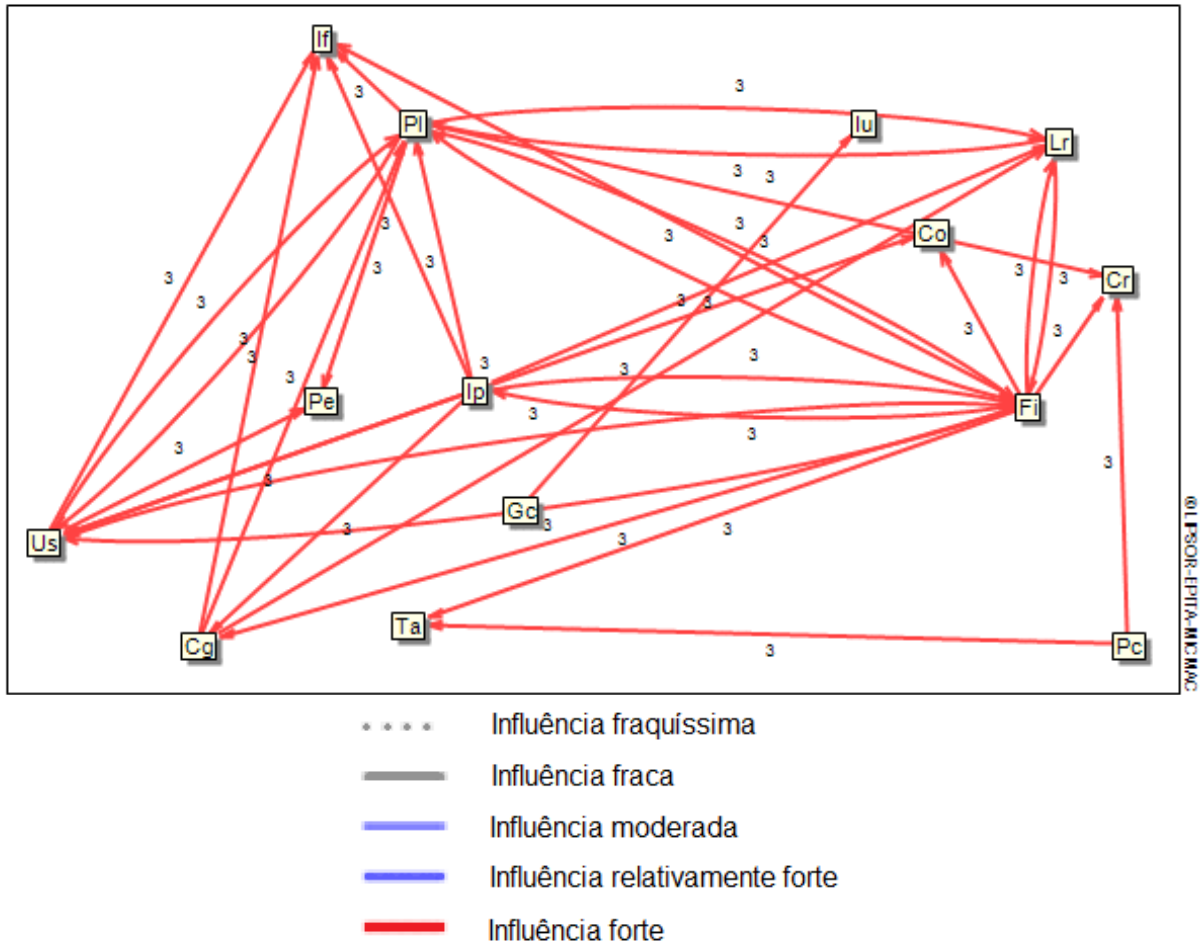
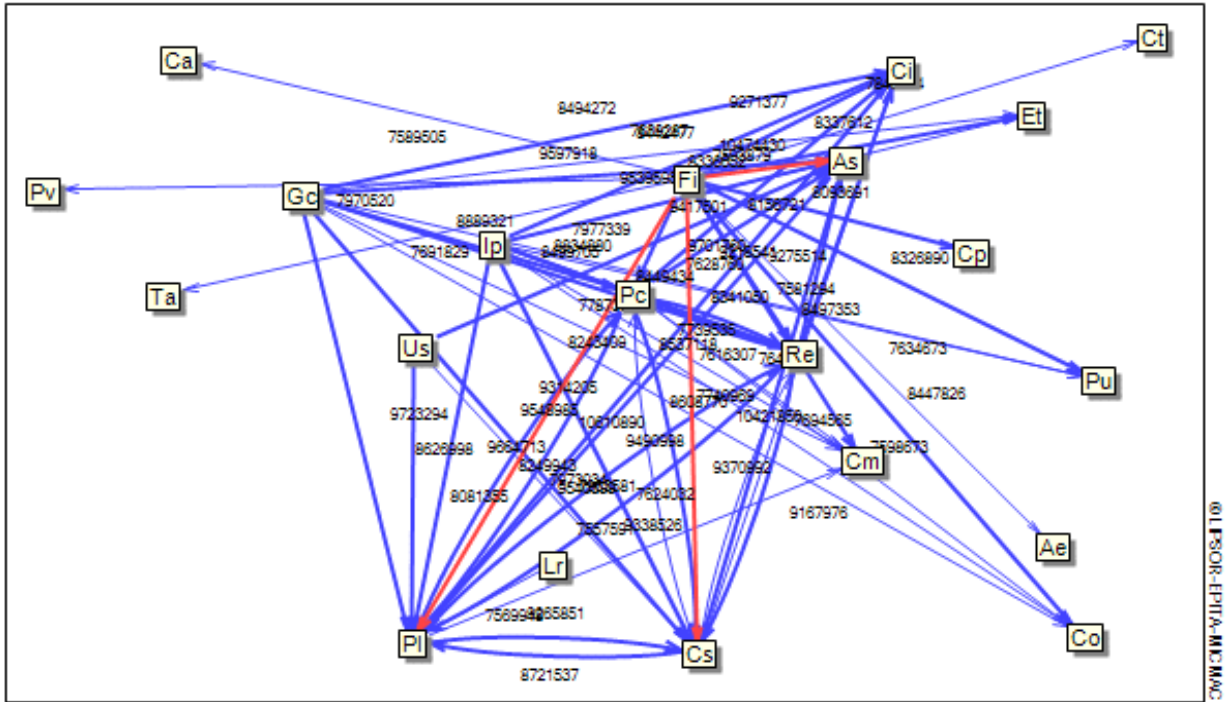


Figura 37 – Relações mais fortes das variáveis de influência direta²⁰
 Fonte: O autor com apoio do software MICMAC©.

A figura 38 apresenta as principais relações de influência indireta entre as variáveis. A relação de influência forte entre as variáveis está associada a quadro variáveis: Aterro sanitário; Fiscalização e informação; Planejamento; e Custo. As demais variáveis demonstradas na figura 38 apresentam influência moderada ou relativamente forte.

²⁰ Ac= Acondicionamento; Co= Coleta; Pe= Ponto de coleta especial; Pv= Pontos de coleta voluntária; Et= Estação de transbordo/transporte; Re= Reciclagem; Ta= Tratamento alternativo Cp= Compostagem; Ui= Usina de incineração; As= Aterro sanitário; Tp= Terceirização/parceria; Ci= Cooperativismo; Po= População; Gc= Geração per capita; Cc= Consumo consciente; Ea= Educação ambiental; Cv= Ciclo de vida do produto; Iu= Infraestrutura urbana; Pp= Poder público; Pu= Políticas públicas; Ct= Capacitação e treinamento; Ca= Carrinheiros; Ss= Saúde e segurança no trabalho; Cs= Custo; Cm= Comercialização e mercado; Ae= Aproveitamento energético; La= Licenciamento ambiental; Pc= Prevenção e controle; Fi= Fiscalização e informação; Us= Universalização dos serviços; Pl= Planejamento; Lr= Logística reversa; If= Incentivo financeiro; Cg= Composição gravimétrica; Ip= Interação e participação; Cr= Comércio e articulação do composto gerado.



- Influência fraquíssima
- Influência fraca
- Influência moderada
- Influência relativamente forte
- Influência forte

Figura 38 – Relações mais fortes entre as variáveis de influência indireta ²¹
Fonte: O autor com apoio do software MICMAC©.

Baseado na influência direta e indireta das variáveis no desenvolvimento do sistema de gestão de resíduos sólidos, além das relações entre as próprias variáveis, foi criado um quadro com a classificação das variáveis mais relevantes (quadro 47). A divisão por cores facilita a demonstração das variáveis no modelo teórico proposto.

²¹ Ac= Acondicionamento; Co= Coleta; Pe= Ponto de coleta especial; Pv= Pontos de coleta voluntária; Et= Estação de transbordo/transporte; Re= Reciclagem; Ta= Tratamento alternativo Cp= Compostagem; Ui= Usina de incineração; As= Aterro sanitário; Tp= Terceirização/parceria; Ci= Cooperativismo; Po= População; Gc= Geração per capita; Cc= Consumo consciente; Ea= Educação ambiental; Cv= Ciclo de vida do produto; Iu= Infraestrutura urbana; Pp= Poder público; Pu= Políticas públicas; Ct= Capacitação e treinamento; Ca= Carrinheiros; Ss= Saúde e segurança no trabalho; Cs= Custo; Cm= Comercialização e mercado; Ae= Aproveitamento energético; La= Licenciamento ambiental; Pc= Prevenção e controle; Fi= Fiscalização e informação; Us= Universalização dos serviços; Pl= Planejamento; Lr: Logística reversa; If= Incentivo financeiro; Cg= Composição gravimétrica; Ip= Interação e participação; Cr= Comércio e articulação do composto gerado.

Classificação das variáveis mais relevantes	Variáveis	Cor
1	Custo; Planejamento; Fiscalização e informação; Aterro sanitário	Vermelho
2	Interação e participação; Geração per capita; Prevenção e controle; Coleta; Reciclagem	Amarelo
3	Políticas públicas; População; Consumo consciente; Composição gravimétrica; Logística reversa; Universalização dos serviços; Ponto de coleta especial	Azul
4	Poder público; Educação ambiental; Acondicionamento; Infraestrutura urbana; Saúde e segurança no trabalho; Capacitação e treinamento;	Preto
5	Incentivo financeiro; Terceirização/parcerias; Pontos de coleta voluntária; Estação de transbordo/transportes; Comercialização/mercado; Tratamento alternativos; Licenciamento ambiental; Compostagem	Verde
6	Ciclo de vida do produto; Usina de incineração; Cooperativas; Comércio e articulação do composto gerado	Roxo
7	Carrinheiros; Aproveitamento energético	Rosa

Quadro 47 – Classificação das variáveis conforme relevância²²

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.8 APRESENTAÇÃO DE MODELO TEÓRICO ADAPTADO PARA GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

Na fundamentação deste trabalho foi apresentada uma série de modelos para a gestão de resíduos sólidos e um modelo teórico. Baseados no modelo apresentado e nos resultados obtidos, foi proposto um modelo teórico para a gestão integrada de resíduos sólidos urbanos.

As diferenças entre o modelo apresentado na figura 26 e o modelo aqui demonstrado são a inclusão de todas as variáveis encontradas na gestão de resíduos sólidos urbanos e seus graus de relevâncias dentro do modelo, definido pelo resultado obtido pela análise multivariada.

São, principalmente, as variáveis que não estão explicitamente visíveis na gestão de resíduos sólidos urbanos mas que, segundo os resultados da pesquisa, são relevantes para o desenvolvimento do sistema como, por exemplo, as variáveis consideradas extremamente relevantes: Custo; Planejamento; Fiscalização e informação. Outras variáveis que não estão presentes no modelo da figura 26 são: Políticas públicas; Poder público; Universalização dos

²² A classificação por cores foi utilizada na figura x, do subcapítulo 4.8 para demonstrar o modelo teórico de gestão integrada de resíduos sólidos urbanos.

serviços; Infraestrutura urbana; Saúde e segurança no trabalho; Treinamento e capacitação; Terceirização/parcerias; Pontos de coleta especial; Logística reversa; Licenciamento ambiental; Articulação do composto gerado.

O modelo adaptado com base no modelo teórico da figura 26, apresentado na figura 39, está estruturado pelos resultados obtidos na análise realizada pelo *software* MICMAC©. Com a análise da relação cruzada entre as variáveis e a relação direta e indireta de influência, foi possível selecionar as variáveis mais relevantes para a tomada de decisão.

O modelo engloba todas as variáveis estudadas, demonstrando quais variáveis são relevantes para uma primeira análise ou implementação. De acordo com os pressupostos apresentados, a implantação das variáveis mais relevantes que influenciam o desenvolvimento integrado de todo o sistema poderia evitar o desperdício de recursos públicos, financiando assim, a potencialização de todo sistema, possibilitando novas formas de obtenção de recursos e a implementação de todas as variáveis, representando ganhos principalmente nas esferas sociais, ambientais, econômicas.

A sequência para análises ou implementações das variáveis podem ser observadas pelas cores e tamanho das variáveis. Desta forma, a sequência mais relevante é: vermelho, amarelo, azul, preto, verde, roxo e rosa. Tal classificação foi realizada com base nos resultados obtido pela análise do *software* MICMAC©, levando em conta as influências diretas e indiretas das variáveis, além das relações cruzadas entre elas.

As variáveis que entram em contato com a linha laranja são variáveis que estão relacionadas diretamente ou indiretamente com todo o sistema. São elas: Poder público; Políticas públicas; Planejamento; Custo; Fiscalização e informação; Universalização dos serviços; Prevenção e controle; Infraestrutura urbana; Saúde e segurança no trabalho; Capacitação e treinamento; Terceirização/ parceria. As demais variáveis acabam influenciando indiretamente as etapas posteriores do sistema, possuindo uma relação mais direta com as variáveis próximas (figura 39).

O objetivo principal de um sistema integrado de gestão de resíduos sólidos é tratar da melhor forma possível os resíduos, considerando aspectos ambientais, sociais, culturais, econômicos, tecnológicos e de saúde pública (BRASIL, 2010a), aproveitando, ainda, o potencial dos resíduos, reduzindo consideravelmente a quantidade de rejeitos destinados aos aterros, sendo utilizados apenas para as escórias provenientes das etapas finais dos tratamentos.

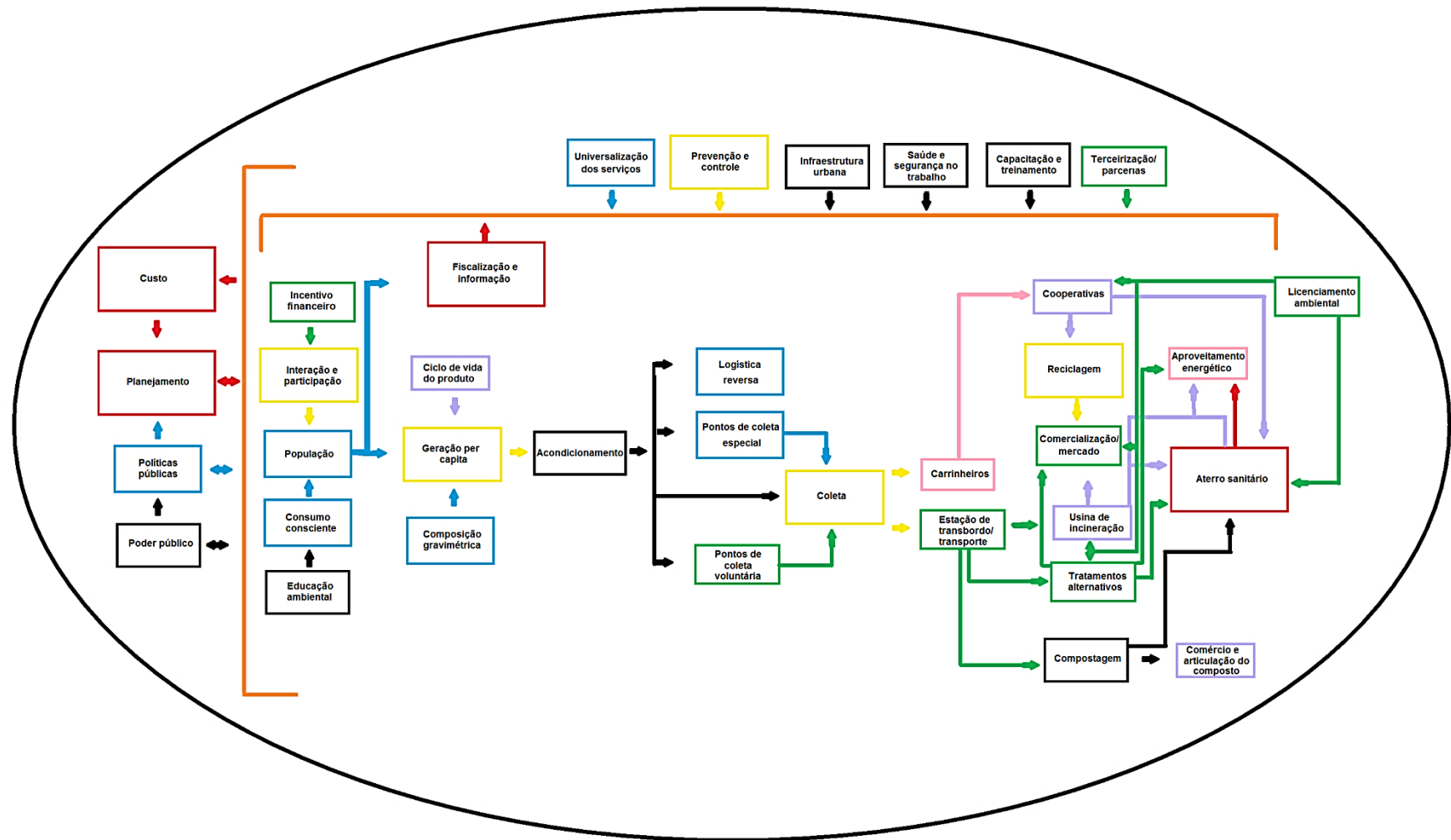


Figura 39 – Modelo teórico adaptado para a gestão de resíduos sólidos urbanos

Fonte: Elaborado pelo autor.

Notas:

Modelo baseado nas figuras: 26, 31, 32,33,34,37,38 e no quadro 47.

4.9 AVALIAÇÃO DA POLÍTICA DE CURITIBA COM BASE NAS VARIÁVEIS SELECIONADAS

Neste subcapítulo são apresentadas as variáveis que, de forma geral, são aplicadas à gestão de resíduos sólidos urbanos na cidade de Curitiba. Em seguida, é feita uma comparação com a presença ou a ausência destas variáveis encontradas nesta pesquisa.

4.9.1 Descrição da política de gestão de resíduos sólido urbanos de Curitiba

Curitiba, capital do Estado do Paraná, está localizada no centro da região mais industrializada da América do Sul, sendo distribuída em 75 bairros (SECRETARIA..., 2014). Possui uma população de 1.751.907 pessoas (INSTITUTO..., 2014). A capital paranaense é a cidade polo do conjunto de 29 municípios que compõem a Região Metropolitana de Curitiba (RMC): Adrianópolis, Agudos do Sul, Almirante Tamandaré, Araucária, Balsa Nova, Bocaiuva do Sul, Campina Grande do Sul, Campo do Tenente, Campo Largo, Campo Magro, Cerro Azul, Colombo, Contenda, Curitiba, Doutor Ulysses, Fazenda Rio Grande, Itaperuçu, Lapa, Mandirituba, Piên, Pinhais, Piraquara, Quatro Barras, Quitandinha, Rio Branco do Sul, Rio Negro, São José dos Pinhais, Tijucas do Sul e Tunas do Paraná (PARANÁ, 2013).

Curitiba possui um plano de gestão integrada de resíduos sólidos, alinhado com a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Esse plano foi construído com a participação da sociedade civil, do poder público e do setor empresarial, presentes na Conferência de Meio Ambiente, realizado em 17 de agosto de 2013, cujo tema central foi a Gestão de Resíduos Sólidos com o enfoque em: produção e consumo sustentável, impactos ambientais, educação ambiental, geração de emprego, trabalho e renda. O objetivo principal foi fomentar a participação da população e demais entidades na gestão dos resíduos sólidos urbanos. A Conferência, que contou com 171 participantes, dos quais 12 pertenciam ao setor empresarial, 74 da sociedade civil e 85 do poder público, foi organizada pelo Conselho Municipal de Meio Ambiente (Curitiba, 2013).

O Conselho Municipal do Meio Ambiente (CMMA), criado pela Lei Municipal nº 7833/1991 (CURITIBA, 1991), é composto pelos representantes das Secretarias Municipais de

Urbanismo, de Educação e de Meio Ambiente; Instituto de Pesquisa e Planejamento (IPPUC), Procuradoria Geral do Município; Organizações Não Governamentais, Instituto Ambiental do Paraná (IAP); Federação das Associações de Moradores de Curitiba e Região Metropolitana (FEMOCLAN); Federação das Indústrias do Estado do Paraná (FIEP); Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) (CURITIBA, 2013).

A Secretaria Municipal do Meio Ambiente, criada por meio da Lei Municipal nº 6.817 de 2 de janeiro de 1986, é a responsável pela gestão dos resíduos sólidos, pela conservação de parques, jardins, praças, cemitérios municipais, além da conservação e implantação de áreas de lazer, realização de levantamento e cadastramento de áreas verdes. Compete a ela, também, controlar e fiscalizar as reservas naturais urbanas; administrar, preservar e manter o Zoológico; desenvolver pesquisas científicas referentes à fauna e à flora e, ainda, controlar e fiscalizar a poluição ambiental (CURITIBA, 1986).

Dois departamentos integram a estrutura da Secretaria Municipal de Meio Ambiente, o Departamento de Pesquisa e Monitoramento e Departamento de Limpeza Pública que possuem especial destaque na aplicação da política municipal referente aos resíduos sólidos (CURITIBA, 2013). Esses departamentos oferecem os dados sobre os serviços municipais de limpeza pública e coleta e disposição de resíduos sólidos (Curitiba, 2013).

O Departamento de Limpeza Pública realiza os serviços de limpeza pública de duas formas: uma direta, por execução própria, e outra indireta, mediante a contratação de serviços, cabendo ao Departamento gerenciar, fiscalizar e supervisionar os serviços executados. Possui oitenta e um servidores municipais distribuídos nas atividades gerenciais, administrativas e de fiscalização, além de contar com dois mil setecentos e cinquenta e oito trabalhadores de empresas terceirizadas (CURITIBA, 2013).

Sua principal parceira é a Estre Ambiental SA, uma empresa de serviços ambientais. A empresa acredita que os resíduos representam uma série de oportunidades econômicas, ambientais, sociais, tecnológicas e comportamentais, tendo o potencial de gerar novas formas de combustível, novos empregos e insumos produtivos. A empresa presta serviços de transporte, coleta, valoração, serviços de limpeza e tratamento²³.

O Departamento de Pesquisa e Monitoramento executa o controle ambiental de forma preventiva por meio do licenciamento ambiental de atividades potencialmente poluidoras, ou de ações corretivas, por meio do exercício da fiscalização e aplicação das penalidades previstas na legislação ambiental. Assim, o departamento executa a fiscalização da disposição

²³ Em: <<http://www.estre.com.br/index.php>>. Acesso em: 25 fevereiro 2014.

inadequada de resíduos de qualquer natureza, bem como, aplica as atividades que couberem. Compete também a ele, por meio da Gerência de Educação Ambiental, o desenvolvimento das ações de sensibilização e mobilização da população, por meio dos programas que focam a gestão dos resíduos sólidos (CURITIBA, 2013).

Com relação ao tratamento e destinação final dos resíduos, Curitiba integra o Consórcio Intermunicipal para Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos (CONRESOL), criado com o propósito de organizar e efetivar ações para a gestão do sistema de tratamento e destinação final dos resíduos sólidos urbanos. A área de abrangência do consórcio corresponde a 9.028,725 km², totalizando vinte e um municípios, com uma população de 3.198.598 habitantes (CURITIBA, 2013).

Os serviços de coleta de resíduos sólidos urbanos abrangem cem por cento do município. No ano de 2012, a coleta seletiva formal coletou 35.292,85 toneladas de resíduos, enquanto a coleta convencional coletou 490.699 toneladas de resíduos. As demais quantidades de resíduos coletados são demonstradas no quadro 48.

Serviço	Quantidade tonelada/ano
Resíduos domiciliares da coleta convencional	490.698,76
Resíduos secos provenientes da coleta seletiva	35.292,85
Resíduos secos provenientes da coleta seletiva informal	133.500,00
Resíduos vegetais e mobiliário inservível	26.292,50
Resíduos oriundos dos serviços de limpeza pública	80.783,68
Total	766.667,79

Quadro 48: Quantidade de resíduos coletados pelos serviços prestados pela prefeitura de Curitiba no ano de 2012.

Fonte: Curitiba (2013).

Dessa forma, o município coletou aproximadamente 2.100 toneladas/dia de resíduos sólidos, sendo a geração per capita estimada por dia em 1,199 quilos por habitante. O quadro 49 apresenta a composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos destinados ao aterro sanitário (CURITIBA, 2013).

Continua

Material	Porcentagem
Papel	15,9
Papelão	6,03
Plástico filme	10,01
Plástico duro	7,8
Metais ferrosos	1,88
Metais não-ferrosos	0,82
Vidro	4,64
Embalagem cartonada de longa vida	1,08

Conclusão

Material	Porcentagem
Madeira	0,82
Trapos	4,51
Couro	0,71
Fraldas	5,48
Borracha	1,95
Outros materiais	0,64
Matéria orgânica	37,73

Quadro 49 – Composição gravimétrica dos resíduos destinados ao aterro sanitário de Curitiba
Fonte: Curitiba (2013).

A coleta e o transporte de resíduos úmidos são divididos em coleta indireta e coleta convencional porta a porta. A coleta dos recicláveis é realizada porta a porta, por meio do Programa denominado Lixo que não é Lixo e em pontos de troca, pelo Programa chamado Câmbio Verde. Conta, ainda, com o apoio da coleta informal, realizada pelos catadores que integram o Programa denominado Ecocidadão (CURITIBA, 2013).

Os caminhões do Lixo que não é Lixo recolhem diariamente mais de cem toneladas de resíduos das ruas de Curitiba. Deste montante, em média trinta por cento acaba sendo rejeitado, fruto da separação equivocada da população. O rejeito acaba percorrendo todo o trajeto de volta até o aterro sanitário, encarecendo e sobrecarregando o processo (SECRETARIA..., 2014).

4.9.1.1 Resíduos recicláveis

A Coleta Seletiva de recicláveis atende cem por cento do Município, consistindo na coleta e transporte dos resíduos potencialmente recicláveis (plásticos, papéis, vidros, metais, entre outros). Para os Programas Lixo que não é Lixo e Programa Câmbio Verde, são disponibilizados trinta e quatro caminhões baú de quarenta metros quadrados, cinquenta e nove motoristas e cento e quarenta e seis coletores, totalizando cinquenta e nove equipes. A empresa contratada é remunerada mensalmente pelo número de equipes (CURITIBA, 2013).

A coleta seletiva porta a porta atende residências, comércios e outros locais de geração, com a quantidade máxima de 600 litros por semana. A equipe de coleta é composta por um caminhão, um motorista e dois coletores. O plano de coleta dos resíduos recicláveis de Curitiba leva em consideração o tipo de equipamento utilizado, distância das unidades de valorização, frequência de coleta, estimativa de volume de resíduos a serem coletados, tempo de descarga, topografia, trânsito, entre outros fatores (CURITIBA, 2013).

O Programa Câmbio Verde nasceu de uma derivação do Programa Lixo que não é Lixo e do Programa Compra do Lixo, consistindo na troca de material reciclável por produtos hortigranjeiros. O Câmbio Verde está presente em locais determinados pela prefeitura, além de entidades assistências e em escolas, sendo este último denominado Câmbio Verde Especial nas intuições de ensino. O programa nas escolas públicas municipais possui o objetivo de consolidar a separação do lixo e conscientizar a importância da reciclagem para o bem estar social e ambiental. Além disso, é feita a troca materiais recicláveis por cadernos, chocolates, brinquedos, ingressos para shows, etc. (SECRETARIA..., 2014).

Para participar do programa, as pessoas devem levar aos pontos de troca (que possuem datas e horários pré-determinados) cinco quilos de material reciclável (papel, vidro, papelão, sucata ferrosa e não ferrosa), recebendo, em troca, uma sacola com produtos hortigranjeiros da época, no valor aproximado de quarenta e dois centavos (SECRETARIA..., 2014).

Há, também, dentro do Câmbio Verde, a troca de óleo de origem vegetal ou animal por alimento, na proporção cinco quilos de óleo para um quilo de alimento, efetuados quinzenalmente (SECRETARIA..., 2014). Em 2012, foram trocados aproximadamente 40.500 litros de óleo vegetal e animal, o que representa em média a entrega de 20.250 kg de alimentos aos participantes (CURITIBA, 2013).

O objetivo do programa é promover o escoamento dos produtos hortigranjeiros dos pequenos produtores da Região Metropolitana de Curitiba, além de sensibilizar a comunidade para a correta destinação final dos resíduos, criando o hábito de separar o lixo e, por fim, reforçar a alimentação da camada menos favorecida (SECRETARIA..., 2014).

4.9.1.2 Resíduos orgânicos e outros serviços

A coleta e transporte dos resíduos orgânicos atende a cem por cento do Município de Curitiba, consistindo na coleta de resíduos e rejeitos como restos de alimentos, papel sanitário, entre outros, provenientes das residências e comércio, que geram até 600 litros deste tipo de resíduos semanalmente, quer sejam coletados de forma indireta ou porta a porta (CURITIBA, 2013).

A coleta porta a porta é realizada regularmente por oitenta e três caminhões compactadores: cada equipe de coleta é composta por um motorista e três coletores. O plano de coleta convencional porta a porta foi elaborado levando em consideração a frequência de coleta,

o tipo de equipamento utilizado, tempo de descarga, a distância do local de destinação final, o volume de resíduos que serão coletados, legislação de tráfego rodoviário, trânsito, topografia, entre outros fatores (CURITIBA, 2013).

Os resíduos coletados são enviados para disposição final em aterros sanitários particulares, sendo um situado no bairro Cidade Industrial de Curitiba e outro no Município de Fazenda Rio Grande, o qual recebe a maior parte dos resíduos da coleta domiciliar (CURITIBA, 2013).

A coleta indireta dos resíduos úmidos consiste numa forma alternativa de coleta regular em locais de difícil acesso. Este serviço é realizado por quatro coletores, quatro motoristas, quatro caminhões poli-guindastes e oitenta caçambas estacionárias de sete metros cúbicos. As caçambas são removidas três vezes por semana, ou de acordo com a demanda. A coleta indireta também dá suporte ao serviço de limpeza das comunidades com mais cinco equipes de coleta de entulhos, cada uma formada por dois coletores, um motorista e um caminhão carroceria. A empresa contratada é remunerada mensalmente pelo número de equipes, coletando, em média, duzentos e noventa e duas toneladas de resíduos por mês. Esses resíduos são encaminhados para disposição final em aterros sanitários particulares (CURITIBA, 2013).

Em áreas de difícil acesso para os caminhões como, por exemplo, fundos de vale, encostas de morros e em comunidades com ruas estreitas, a prefeitura dispõe de uma alternativa para a coleta domiciliar, o Programa Compra do Lixo, destinado a atender às camadas menos favorecidas da população (SECRETARIA..., 2014).

O programa começa com o contato de uma equipe de Educação Ambiental da Prefeitura com a comunidade, com o propósito de organizá-la e criar uma associação de moradores. Com base nisso, é constituído um convênio entre a comunidade e a prefeitura. A Prefeitura instala uma caçamba estacionária em local determinado, entregando à associação, quinzenalmente, sacos plásticos de lixo com capacidade de sessenta litros para o acondicionamento dos resíduos. Além disso, ela é responsável pelo controle do número de sacos depositados na caçamba por família (SECRETARIA..., 2014).

O Sistema de Pagamento é realizado da seguinte forma: quem deposita de um a quatro sacos de lixo recebe uma sacola simples, que contém um produto (ovos, repolho, banana, maçã, etc.), no valor de cinquenta e três centavos. Quem deposita cinco sacos de lixo recebe uma sacola composta, que equivale a 5 x R\$ 0,53. Esta sacola pode conter diversos produtos como arroz, feijão, mel, batata, cenoura, cebola, alho, doce em pasta, etc. A seleção dos produtos é

feita de acordo com a demanda de mercado, levando em conta o valor energético e nutritivo dos alimentos (SECRETARIA..., 2014).

O programa atende quarenta e uma comunidades. Entre os benefícios gerados estão a limpeza de terrenos baldios, encostas e vales, diminuindo a incidência de doenças causadas por vetores, além do manejo correto dos resíduos e seu devido acondicionamento. O programa possibilitou também uma maior integração entre cidadão e município, na solução dos problemas da comunidade, além do enriquecimento alimentar das famílias mais carentes (SECRETARIA..., 2014).

O Município conta também com as coletas de resíduos tóxicos domiciliares, ou seja, de pilhas, baterias, embalagens de inseticida, toner, tinta, cola, solvente, medicamentos vencidos e lâmpadas fluorescentes. Estes materiais são coletados em dias específicos nos terminais de ônibus. Além dos resíduos tóxicos, são coletados também nos terminais óleos de origem animal e vegetal, acondicionados em garrafas PET de dois litros (SECRETARIA..., 2014).

Outros serviços realizados pela prefeitura são a coleta de resíduos vegetais (podas de árvores e limpeza de jardins), coleta de resíduos da construção civil e serviços de limpeza. Entre os serviços de limpeza estão a varrição manual, varrição mecanizada, serviço de roçada e capinação, varrição e lavagem de feiras-livres, lavagem de calçadas, limpeza de rios e o serviço de limpeza mecanizada do Município. Tais ações são realizadas por empresas contratadas e os resíduos são encaminhados para disposição final em aterros sanitários particulares (CURITIBA, 2013).

O quadro 50 apresenta um resumo de todas as unidades de recebimento tratamento e resíduos, inclusive os resíduos que não contemplam o objetivo de pesquisa desta dissertação, ou seja os resíduos originados pela construção civil (RCC), serviços da saúde e industrial.

Continua

Tipos de unidades de recebimento e tratamento de resíduos
Aterro sanitário particular
Unidades de triagem
Unidade de tratamento por micro-ondas ou autoclave
Unidade de tratamento por incineração
Aterro industrial
Área de transbordo e triagem de resíduos da construção civil
Aterro de resíduos da construção civil
Área de reciclagem de resíduos da construção civil
Instalações de sucateiros (ferro velho)

Conclusão

Tipos de unidades de recebimento e tratamento de resíduos
Unidade de captação de pneus usados
Unidade de processamento de PET
Unidades de recebimento de óleo usado
Unidades de recebimento de eletroeletrônicos
Unidade de recebimento de medicamentos

Quadro 50: Unidades de recebimento tratamento e resíduos de Curitiba**Fonte: Curitiba (2013).**

4.9.1.3 Destinação e disposição final

Os resíduos recicláveis são destinados à Unidades de Valorização de Recicláveis – UVR, localizada no Município de Campo Magro, administrada pelo Instituto Pró-Cidadania de Curitiba - IPCC, por meio de convênio firmado com o Município. A UVR, que opera de segunda-feira a sábado, com a colaboração de cento e um colaboradores no primeiro turno e setenta e oito no segundo, está implantada em uma área de vinte três mil metros quadrados, sendo seis mil metros quadrados de área coberta. Segrega-se nela uma média mensal de 830 toneladas de resíduos (CURITIBA, 2013).

Atualmente, o IPCC possui 36 unidades de valorização de recicláveis particulares credenciadas, para as quais o excedente de material potencialmente reciclável, oriundo do Lixo que não é Lixo e Câmbio Verde, é encaminhado. Estas unidades realizam a triagem dos resíduos e comercialização com aparistas ou diretamente com a indústria de reciclagem (CURITIBA, 2013).

Além disso, os recicláveis podem ser destinados ao Projeto Reciclagem Inclusão Total – Ecocidadão, que é realizado nos Parques de Recepção de Recicláveis. Estes são espaços dotados de infraestrutura física, administrativa e gerencial para recepção, classificação e venda do material coletado pelos catadores organizados em sistema de associações ou cooperativas dispendo, ainda, de carrinhos elétricos para a coleta dos resíduos recicláveis para alguns membros do projeto. Atualmente, estão em operação 16 parques, classificando em média 892,28 tonelada/mês de resíduos recicláveis. Sob o ponto de vista socioambiental e de saúde, cem por cento dos catadores associados deixaram de levar seu material para sua moradia, reduzindo a proliferação de vetores de doenças (CURITIBA, 2013).

Com o fim da disposição dos resíduos no Aterro da Caximba, o município passou a dispor seus resíduos nos aterros sanitários particulares da Essencis Soluções Ambientais SA, situada em Curitiba e da Estre Ambiental SA, situada no Município de Fazenda Rio Grande. A remuneração do serviço de destinação final é feita mensalmente pela quantidade total de resíduos encaminhados para o aterro (CURITIBA, 2013).

No ano de 2007, foi publicado pelo CONRESOL o Edital de Concorrência Pública nº 001/2007, para implantação de Sistema Integrado de Processamento e Aproveitamento de Resíduos – SIPAR. Esse sistema tinha como objetivo a prestação de serviços de processamento, tratamento e destinação final dos resíduos sólidos urbanos oriundos dos municípios de Almirante Tamandaré, Araucária, Bocaiúva do Sul, Campina Grande do Sul, Campo Largo, Colombo, Contenda, Curitiba, Fazenda Rio Grande, Mandirituba, Pinhais, Quatro Barras, Quitandinha e São José dos Pinhais que, na época, integravam o Consórcio. O Serviço possuía uma concessão por um período de 20 anos (CURITIBA, 2013). Segundo a Prefeitura de Curitiba, o SIPAR tinha como proposta:

Utilizar um sistema composto por um conjunto de tecnologias, capazes de promover o máximo aproveitamento dos resíduos, mediante a aplicação de processos de recuperação e aproveitamento de recicláveis presentes nos resíduos, que não foram separados nos domicílios, aplicação de técnicas de compostagem ou biodigestão visando produzir o composto orgânico com base na parcela orgânica que compõe os resíduos, e ainda a produção do composto derivado de resíduos (CDR), possibilitando o aproveitamento destes materiais para fins energéticos, de forma que a destinação em aterro sanitário esteja limitada à 15% de rejeitos do processamento (CURITIBA, 2013, p. 127).

Após cinco anos desde a publicação do Edital de concorrência, o Sistema não entrou em operação, devido à propositura de dezenas de demandas judiciais, realizadas em todas as fases do procedimento licitatório: sem uma decisão definida a licitação não pôde prosseguir. Desta forma, em 03/10/2013, o CONRESOL realizou a 24ª Assembleia Geral em que definiu por unanimidade pela revogação da Concorrência nº 001/2007, com base nos estudos do Conselho Técnico e do Conselho Fiscal do Consórcio, fundamentando-se no interesse público, oportunidade, conveniência administrativa e fatos supervenientes. Em 2010, foi deflagrado o Credenciamento nº 001/2010 com o propósito de credenciar empresas licenciadas para prestar serviços de destinação final de resíduos sólidos. Dois Aterros Sanitários estão credenciados e devidamente licenciados para atenderem a demanda do CONRESOL. O Município de Curitiba, juntamente com o CONRESOL e com os demais 20 Municípios, vem realizando estudos para o desenvolvimento de uma nova alternativa de gestão de resíduos na região, em concordância

com as diretrizes definidas na Política Nacional de Resíduos Sólidos (CURITIBA, 2013).

4.9.1.4 Custos

Os serviços de limpeza pública do município são terceirizados e contratados por meio de um procedimento licitatório, com regime de execução indireta na modalidade de empreitada por preços unitários (CURITIBA, 2013). De acordo com Curitiba (2013, p. 57):

A metodologia para composição do orçamento básico que integra as licitações da limpeza pública leva em consideração o histórico dos serviços prestados com seus respectivos quantitativos (mão de obra, equipamentos, consumo, quilometragem, produção, etc.). Com base nesses recursos especificados e seus custos unitários estimados (no mínimo três orçamentos e acordo coletivo da categoria para a mão de obra) calcula-se o preço estimado dos serviços.

O acompanhamento sistemático das especificações dos serviços, da estrutura de custos e formatação de preços é exercida pelo Departamento de Limpeza Pública e a Secretaria Municipal de Finanças – Controladoria (CURITIBA, 2013). Com relação à taxa cobrada segundo Curitiba (2013, p.60):

Em Curitiba a Taxa de Coleta de Lixo foi instituída há mais de meio século. A Lei nº1.297/1956 determinava a sua exação em conjunto com o imposto sobre a propriedade, fixando o seu valor em percentuais sobre o denominado valor locativo de acordo com a utilização do imóvel, adotando alíquota menor para residências e majorando-as de acordo com a utilização não residencial do imóvel. A cobrança da Taxa de Coleta de Lixo, no Município de Curitiba, é indexada ao IPTU e é lançado de forma progressiva, segundo o valor e a utilização do imóvel e reflete uma política de redistribuição de renda em busca de uma maior justiça fiscal e parte do pressuposto de que quanto mais elevado o valor do imóvel mais elevado é o poder aquisitivo do proprietário. Nesse modelo, a receita auferida com a taxa de coleta de lixo não cobre os custos dos serviços de manejo dos resíduos sólidos do Município (CURITIBA, 2013).

4.9.1.5 Qualidade e informações sobre os serviços prestados

Para conhecer o grau de satisfação da população em relação ao serviço de limpeza pública e coleta de lixo, é realizada uma pesquisa periódica de opinião pública pelo Instituto

Paraná de Pesquisa. Os resultados indicam que a população aprova tanto os serviços de limpeza pública como os serviços de coleta de lixo, ultrapassando 70% e 90% de satisfação nos respectivos serviços (CURITIBA, 2013).

O município disponibiliza canais abertos para que a população encaminhe suas reclamações, solicitações, sugestões, queixas e denúncias. Entre eles está a Central de Atendimento e Informação - 156, cujo objetivo é viabilizar um sistema de comunicação ágil e eficiente entre o cidadão e a Prefeitura, permitindo o atendimento a demanda de informações e solicitações com segurança, confiabilidade e, principalmente, qualidade. Os demais canais são o endereço eletrônico da Secretaria Municipal de Meio Ambiente (smma@smma.curitiba.pr.gov.br) e Departamento de Limpeza Pública (limpezapub@smma.curitiba.pr.gov.br). Os pedidos podem ser registrados pela internet e telefone (CURITIBA, 2013).

Desde 2002, Curitiba envia os seus dados referente ao Manejo de Resíduos Sólidos ao Ministério das Cidades - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS, o qual elabora o diagnóstico de análises e comentários, bem como das informações enviadas pelos municípios, e ainda oferece indicadores calculados pelo Sistema com base nessas informações. Tais dados são categorizados em Indicadores Gerais, Indicadores sobre a Coleta de Resíduos Sólidos Domiciliares e Públicos, Indicadores sobre a Coleta Seletiva e Triagem, Indicadores sobre Coleta de Resíduos Sólidos de Serviços de Saúde, Indicadores de Serviços de Varrição e Serviços de Capina e roçada (CURITIBA, 2013).

4.9.1.6 Logística reversa e ciclo de vida do produto

Cabe aos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes a responsabilidade pela estruturação e implementação dos sistemas de logística reversa de alguns resíduos. Os consumidores serão responsáveis pela entrega dos resíduos aos pontos de devolução. A devolução dos resíduos aos geradores será implementada principalmente por meio de acordos setoriais com a indústria. Para criação dos acordos setoriais, o Governo Federal criou o Comitê Orientador para Implementação do Sistema de Logística Reversa (CORI) e o Grupo Técnico de Assessoramento (GTA). O primeiro é composto pelos Ministérios do Meio Ambiente, da Saúde, da Fazenda, da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, tendo como objetivo definir as regras para devolução dos resíduos. Cabe

aos Grupos Técnicos elaborar propostas de modelagem da Logística Reversa e subsídios para o edital de Acordo Setorial (CURITIBA, 2013).

De acordo com Curitiba (2013), foram definidas cinco cadeias prioritárias para implantação da logística reversa: Descarte de medicamentos; Embalagens em geral; Embalagens de óleos lubrificantes e seus resíduos; Eletroeletrônicos; Lâmpadas fluorescentes, de luz mista e vapor de sódio e mercúrio. Segundo Curitiba (2013):

A responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, é compreendido pelo conjunto de atribuições individualizadas e encadeadas dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, dos consumidores e dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, para minimizar o volume de resíduos sólidos e rejeitos gerados, bem como para reduzir os impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental, decorrentes do ciclo de vida dos produtos (CURITIBA, 2013).

4.9.1.7 Planejamento futuro

O planejamento em curto, médio e longo prazo das ações referentes à gestão de resíduos sólidos é demonstrado no quadro 51, baseado na Política Nacional de Resíduos Sólidos. Considera-se curto prazo o período dos próximos 4 anos (2014 a 2017), médio prazo o período compreendido entre 2018 a 2021 e longo prazo as ações previstas com base de 2022, coincidentes com os momentos em que este Plano deverá ser revisado e atualizado de acordo com a elaboração do PPA (CURITIBA, 2013).

Continua

Diretrizes específicas	Metas	Prazos
Disposição ambientalmente adequada de rejeitos	30% das áreas de passivos ambientais recuperadas e monitoradas	Curto
	70% das áreas de passivos ambientais recuperadas e monitoradas	Médio
Redução progressiva dos resíduos sólidos secos dispostos em aterros sanitários	Redução de 43% de resíduos secos dispostos em aterros sanitários	Curto
	Redução de 50% de resíduos secos dispostos em aterros sanitários	Médio
	Redução de 53% de resíduos secos dispostos em aterros sanitários	Longo
Inclusão dos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis	Implantação de 5 Parques de Recepção recicláveis	Curto
	Implantação de Parques de Recepção recicláveis compatível com o número de associados e cooperados e da quantidade de resíduos secos coletados	Médio
	40% de catadores associados ou cooperados com base em cadastro	Curto
	30% de catadores associados ou cooperados com base em cadastro	Médio
	30% de catadores associados ou cooperados com base em cadastro	Longo
	Implantação de 15 PEV's – Estação de Sustentabilidade Tipo I	Curto

Conclusão

Diretrizes específicas	Metas	Prazos
Redução percentual de resíduos sólidos úmidos dispostos em aterro sanitário	Redução de 30% de resíduos úmidos dispostos em aterro sanitário	Curto
	Redução de 30% de resíduos úmidos dispostos em aterro sanitário	Médio
	Redução de 30% de resíduos úmidos dispostos em aterro sanitário	Longo
Qualificação da Gestão de Resíduos Sólidos	Institucionalização de instrumentos apropriado de cobrança específica para os serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos desvinculado do IPTU.	Curto

Quadro 51 – Planejamento de ações baseado na Política Nacional de Resíduos Sólidos

Fonte: Curitiba (2013).

4.9.1.8 Comparação da política de gestão de resíduos de Curitiba com as variáveis selecionadas

Este subcapítulo compara, por meio de um quadro, as trinta e seis variáveis encontradas na pesquisa com a atual situação delas, na gestão de resíduos sólidos urbanos do município de Curitiba. A comparação foi feita de acordo com a presença ou ausência da aplicação das variáveis tratadas nos documentos disponíveis pela prefeitura de Curitiba ou página na Internet (Secretaria de Meio Ambiente²⁴), apresentadas no quadro 52, levando em conta a classificação de relevância apresentadas neste trabalho. A utilização de dados e informações dispostas na Internet é uma maneira do município demonstrar transparência e informações acerca das ações que estão sendo feitas e que serão ainda implantadas no sistema de gestão de resíduos sólidos de Curitiba.

Continua

Variável	Presente	Ausente
Fiscalização e Informação	X	
Aterro sanitário	X	
Custo Coleta Habitante	X	
Planejamento	X	
Reciclagem	X	
Coleta	X	
Interação e participação	X	
Geração per capita	X	
Manutenção e Prevenção	X	
População	X	
Consumo Consciente	X	
Política Pública	X	

²⁴ <http://www.curitiba.pr.gov.br/conteudo/equipe-smma/116>

Variável	Conclusão	
	Presente	Ausente
Composição gravimétrica	X	
Universalização dos serviços	X	
Logística reversa		X
Ponto de coleta especial	X	
Educação Ambiental	X	
Poder público	X	
Acondicionamento	X	
Infraestrutura Urbana	X	
Saúde e segurança no trabalho	X	
Compostagem		X
Capacitação e Treinamento	X	
Incentivo financeiro	X	
Transporte e estação de transferência	X	X
Ponto de coleta voluntária	X	
Tratamentos alternativos	X	
Terceirização/ Parceria	X	
Comercialização/ mercado	X	
Licença Ambiental	X	
Cooperativismo	X	
Comércio e articulação do composto gerado		X
Ciclo de vida do produto	X	
Usina de Incineração		X
Carrinheiros	X	
Geração de energia		X

Quadro 52 - Comparação da política de gestão de resíduos de Curitiba com as variáveis selecionadas
Fonte: Elaborado pelo autor.

As variáveis Compostagem; Estação de transbordo; Logística reversa e Geração de energia ou aproveitamento energético atualmente não estão sendo aplicadas ao modelo de gestão de resíduos sólidos de Curitiba, mas são mencionadas nos documentos municipais como ações futuras. Já as variáveis Usina de incineração e Comércio e Articulação do composto gerado não foram mencionados nos documentos municipais como ações futuras.

A presença da maioria das variáveis na gestão de resíduos sólidos de Curitiba por si só não garante que a gestão seja a ideal, por faltarem algumas etapas explicitadas pela prefeitura, evidenciadas pelo trabalho: existe a necessidade de uma melhor avaliação dos serviços prestados *in situ* para o avanço da gestão no município.

A avaliação do sistema de gestão permite aos municípios desenvolverem diagnósticos da atual situação das variáveis, evitando decisões equivocadas, minimizando os gastos indevidos com metas e objetivos que em um primeiro momento não são necessários. Desta maneira, uma comparação com a atual gestão com as variáveis mais relevantes auxilia na tomada de decisão das ações prioritárias. O município de Curitiba é referência na gestão de resíduos sólidos urbanos no Brasil (GRIPPI, 2006), possuindo diversas ações de destaque.

Como apresentado anteriormente, o município apresenta a maioria das variáveis encontradas para a gestão de resíduos. Entre as ações de destaque está a reciclagem, que inclui determinados indivíduos em parques de beneficiamento de resíduos recicláveis que possuem toda uma infraestrutura e equipamentos para o desenvolvimento de um trabalho seguro, além de contar com profissionais que auxiliam nos gerenciamentos destas instalações. Estas ações desenvolvidas pela prefeitura têm como intuito ampliar a quantidade de resíduos que possam ser reciclados, atividade considerada como uma das variáveis mais relevantes dentro da pesquisa.

Outra ênfase são os pontos de coleta voluntária, em que a população de determinadas regiões recebe incentivos para a segregação e o acondicionamento correto dos resíduos. Estas ações são desenvolvidas também nas escolas, em que os alunos acabam desenvolvendo consciência e prática ambientais.

Recentemente, no começo do mês de abril de 2014, a prefeitura municipal difundiu, por meio de propagandas veiculadas na televisão (aberta e fechada), ações de redução de geração de resíduos, bem como sua segregação e acondicionamento, tendo como objetivo a educação ambiental, a participação e a interação da sociedade no processo de tratamento dos resíduos sólidos urbanos. Ato que auxilia a coleta e o transporte, a primeira variável foi considerada como uma das mais relevantes, contribuindo para o desenvolvimento dos tratamentos posteriores. A coleta e o transporte são destaques para o município de Curitiba, que atende a 100% do território.

Os serviços prestados pela prefeitura podem ser contatados pela Central de Atendimento e Informação-156 ou pelos endereços eletrônicos da Secretaria Municipal de Meio Ambiente (smma@smma.curitiba.pr.gov.br) e Departamento de Limpeza Pública (limpezapub@smma.curitiba.pr.gov.br), canais que servem para agendar serviços como a coleta de podas ou para que a população encaminhe suas reclamações, sugestões, queixas e denúncias.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos estabeleceu o ano de 2014 como prazo para os municípios aderirem à utilização de aterros sanitários como disposição final dos rejeitos. A variável Aterro sanitário foi considerada uma das mais relevantes para a gestão de resíduos. Curitiba emprega um aterro particular um localizado no município de Fazenda Rio Grande, em substituição ao aterro da Caximba, utilizado por anos. A dependência de um aterro particular demonstra a necessidade e a dificuldade do município em encontrar um local próximo e ambientalmente e socialmente viável para sua instalação.

Dentro do planejamento urbano existe a preocupação de atender às variáveis ausentes, bem como a ampliação das atividades de reciclagem com a construção de novas cooperativas e aumento de ações de educação ambiental. Existe, por parte do município, a preocupação com os custos futuros, uma das variáveis mais relevantes nesta dissertação, ainda que não seja um problema da atual gestão.

O quadro 53 traz um resumo das variáveis que foram apontadas como destaque na pesquisa, evidenciadas na cidade de Curitiba.

Variáveis que são destaque no sistema de resíduos de Curitiba
Reciclagem
Custo
Cooperativas com inclusão social
Carrinheiros com inclusão social
Pontos de coleta voluntária e especial
Coleta
Transporte
Universalização dos serviços
Comunicação e informação
Educação ambiental
Aterro sanitário
Planejamento

Quadro 53 – Variáveis de destaque na gestão de resíduos sólidos de Curitiba
Fonte: Curitiba (2013); Fugii; Vasconcelos; Silva (2013); Silva et al. (2012).

Apesar de estas variáveis serem ênfase em Curitiba, não estão isentas de aperfeiçoamento, podendo ser melhoradas futuramente, bem como as demais variáveis. Contudo, ao serem referência na gestão, podem servir de exemplo para outros municípios, principalmente por abranger as variáveis consideradas mais relevantes para uma implantação ou avaliação de sistema, como é o caso do Aterro sanitário; da Fiscalização e Informação; da Universalização dos serviços; do Planejamento; da Coleta; da Reciclagem, e do Custo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta dissertação teve como objetivo principal determinar as variáveis mais relevantes para proposição e avaliação de políticas públicas para a gestão integrada de resíduos sólidos urbanos aplicadas ao município de Curitiba.

Desta forma, foi construído um modelo teórico com base no estado da arte, apresentado na fundamentação. Tal padrão serviu como base para a construção de uma nova referência que demonstra as variáveis mais relevantes para avaliação e implantação de uma gestão de resíduos sólidos. Este novo paradigma, por fim, foi complementado com base na seleção das variáveis presentes na gestão de resíduos sólidos para definição de políticas de gestão de resíduos.

Para tanto, foram selecionados especialistas que avaliaram e complementaram uma gama de variáveis. No total, foram identificadas e avaliadas trinta e seis variáveis (Acondicionamento; Coleta; Ponto de coleta especial; Pontos de coleta voluntária; Estação de transbordo/transporte; Reciclagem; Tratamento alternativo; Compostagem; Usina de incineração; Aterro sanitário; Terceirização/parceria; Cooperativismo; População; Geração per capita; Consumo consciente; Educação ambiental; Ciclo de vida do produto; Infraestrutura urbana; Poder público; Políticas públicas; Capacitação e treinamento; Carrinheiros; Saúde e segurança no trabalho; Custo; Comercialização e mercado; Aproveitamento energético; Licenciamento ambiental; Prevenção e controle; Fiscalização e informação; Universalização dos serviços; Planejamento; Logística reversa; Incentivo financeiro; Composição gravimétrica; Interação e participação; Comércio e articulação do composto gerado).

Com base nestas variáveis, buscou-se determinar as mais relevantes, tenham relações diretas ou indiretas, de acordo com respostas dadas pelos especialistas.

Com a resposta dos especialistas foi construída uma matriz de relações diretas, a que possibilitou uma análise indireta das variáveis e permitiu evidenciar as variáveis mais relevantes, segundo a influência e a dependência, tanto direta como indireta dentro do sistema, além das relações entre as variáveis.

Com essa análise, estabeleceu-se uma visão prospectiva de quais variáveis são desafios para a gestão de resíduos. São elas: Fiscalização e informação; Universalização de serviços; Políticas públicas; Coleta; Custo; Prevenção e controle; Reciclagem; Ponto de coleta especial; Planejamento.

Com relação à influência direta, as variáveis mais relevantes são: Fiscalização e informação; Universalização de serviços; Coleta; Custo; Prevenção e controle; Reciclagem; Planejamento; Interação e participação; Geração per capita; Composição gravimétrica. Entre as variáveis com influência indireta mais relevantes estão: Fiscalização e informação; Universalização de serviços; Coleta; Custo; Prevenção e controle; Reciclagem; Planejamento; Interação e participação; Geração per capita; Logística reversa.

Com base nestes resultados, as variáveis que mais se destacaram foram: Custo; Planejamento; Aterro sanitário; Fiscalização e informação; Coleta; Geração per capita; Reciclagem; Interação e participação; Prevenção e controle. Essas variáveis são, teoricamente, os primeiros passos para alcançar um futuro desejado, seja implantando uma nova gestão integrada de resíduos sólidos urbanos, seja aprimorando uma já existente.

Entre as variáveis mencionadas acima, enfatizam-se o Planejamento e a Reciclagem, que foram bem avaliadas pelos especialistas no questionário sobre questões gerais sobre a gestão e tratamento de resíduos.

Com base na análise realizada na matriz, as variáveis foram agrupadas (quadro 47), tendo, como resultado, a proposição de um novo modelo teórico (figura 39). Com base nesse novo modelo teórico foi realizada a avaliação da gestão de resíduos sólidos urbanos de Curitiba. Com relação à avaliação, nota-se a presença de praticamente todas as variáveis avaliadas pelos especialistas. Apenas as variáveis Compostagem; Estação de transbordo; Logística reversa e Geração de energia atualmente não estão sendo aplicadas no modelo de gestão de resíduos sólidos de Curitiba, embora sejam mencionadas nos documentos municipais como futuras ações. Somente as variáveis Usina de incineração e Comércio e Articulação do composto gerado não foram mencionados nos planejamentos municipais futuros.

Entre as várias ações de Curitiba, ressaltam-se as variáveis que estão sendo priorizadas: Reciclagem; Cooperativas com inclusão social; Carrinheiros com inclusão social; Pontos de coleta voluntária e especial; Coleta; Transporte; Universalização dos serviços; Comunicação e informação; Educação ambiental; Aterro sanitário. Como Curitiba apresentou uma grande aderência às variáveis encontradas, teoricamente as próximas etapas a serem implantadas seriam, respectivamente: Logística reversa; Compostagem; Estação de transbordo; Usina de incineração ou o Comércio e articulação do composto e Geração de energia.

Ainda assim, é necessária uma avaliação do real funcionamento de todas as variáveis presentes no município de Curitiba, porque as informações sobre a gestão de Curitiba foram extraídas de documento municipais. Tal avaliação é indispensável para reduzir as incertezas

sobre as variáveis, antes da tomada de decisões. A sequência de variáveis relevantes serve também para o aprimoramento das variáveis existentes, visando melhorar o funcionamento do sistema.

Desta maneira, este trabalho serve como um instrumento de tomada de decisão para a implantação ou aperfeiçoamento de novas ações dentro de um sistema de gestão de resíduos sólidos, bem como de avaliação da atual situação de um sistema, propondo mudanças específicas e relevantes, colaborando com as diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Considera-se importante a contribuição desta dissertação para a academia no que diz respeito aos estudos prospectivos e de priorização de pesquisa aplicadas no Brasil, especialmente em áreas relevantes que influenciam diretamente a qualidade de vida e saúde do ser humano, estando alinhada aos propósitos do programa que relaciona as interações entre a tecnologia e a sociedade. Para o Estado, é fundamental avaliar a situação da gestão de resíduos sólidos urbanos, visto que uma gestão inadequada colabora com uma série de problemas, principalmente ligadas as áreas sociais e ambientais.

Como proposta de novos trabalhos sugere-se a participação da sociedade e de gestores ou de outros responsáveis pela gestão de resíduos sólidos na avaliação e ponderação das variáveis. Esta proposta serve para o aperfeiçoamento deste trabalho inicial, sendo evidente que os resultados encontrados na pesquisa foram embasados principalmente no ponto de vista de profissionais que possuíam uma determinada formação, influenciando os resultados. Uma diversificação de profissionais pode trazer diferentes implicações, tornando o modelo apresentado nesta pesquisa mais confiável e estruturado para a aplicação nos municípios, como uma ferramenta de referência.

Com o aperfeiçoamento do trabalho, recomenda-se a avaliação da gestão de resíduos sólidos em outros municípios, a fim de verificar seus atuais modelos, propondo ações específicas para a maximização da cadeia de resíduos. Esta verificação, além de cooperar com o aperfeiçoamento do funcionamento do sistema municipal de gestão de resíduos sólidos, possibilita a replicação das ações de destaques encontradas em outros municípios.

REFERÊNCIAS

AL-SALEM, S. M.; LETTIERI, P.; BAEYENS, J. Recycling and recovery routes of plastic solid waste (PSW): A review. **Waste Management**, v. 29, n. 10, p. 2625-2643, 2009.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Manual de gerenciamento de resíduos de serviços de saúde**. Brasília: Ministério da Saúde, 2006.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELEÉTRICA. **Nota Técnica nº 0043/2010-SRD/ANEEL**. Disponível em: < http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/consulta_publica/documentos/Nota%20T%C3%A9cnica_0043_GD_SRD.pdf>. Acesso em: 17 jun. 2012.

ARRETCHE, Marta. Dossiê agenda de pesquisa em políticas públicas. **Revista Brasileira de Ciências Sociais**, São Paulo, v. 18, n. 51, p. 7-9, fev. 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcsoc/v18n51/15981.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2010**. Disponível em: <http://www.wtert.com.br/home2010/arquivo/noticias_eventos/Panorama2010.pdf>. Acesso em: 17 jun. 2012.

_____. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2011**. Disponível em: <http://www.abrelpe.org.br/panorama_envio.cfm?ano=2011>. Acesso em: 17 jun. 2012.

_____. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2012**. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2012.pdf>>. Acesso em: 25 jun. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8.849**: Apresentação de projetos de aterros controlados de resíduos. Rio de Janeiro, 1985.

_____. **NBR 11174**: Armazenamento de resíduos classe II – não inertes e - III inertes. Rio de Janeiro, 1990.

_____. **NBR 8419**: Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos. Rio de Janeiro, 1992.

_____. **NBR 13055**: Sacos plásticos para acondicionamento de lixo – Determinação da capacidade volumétrica. Rio de Janeiro, 1993.

_____. **NBR 13463**: Coleta de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 1995.

_____. **NBR 13896**: Aterros de resíduos não perigosos – Critérios para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 1997.

_____. **NBR 13894**: Tratamento no Solo (*landfarming*) - Procedimento. Rio de Janeiro: 1997.

_____. **NBR 10004**: Resíduos sólido – classificação. Rio de Janeiro, 2004.

_____. **NBR 10005**: Procedimento para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2004.

_____. **NBR 10006**: Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólido. Rio de Janeiro, 2004.

_____. **NBR 10007**: Amostragem de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2004.

_____. **NBR 13221**: Transporte terrestre de resíduos. Rio de Janeiro, 2010.

BANAR, Mufide; COKAYGIL, Zerrin; OZKAN, Aysun. Life cycle assessment of solid waste management options for Eskisehir, Turkey. **Waste management**, v. 29, n. 1, p. 54-62, 2009.

BARBIERI, José Carlos; DIAS, Marcio. Logística reversa como instrumento de programas de produção e consumo sustentáveis. **Revista Tecnológica**, São Paulo, n. 77, 2002.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.

BASSI, Nádia. S. S. **Alinhamento entre planejamento estratégico e a priorização de projetos de pesquisa em ICTs**: uma análise comparativa entre a EMBRAPA suínos e aves e a FIOCRUZ - PR. 2011. 187f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós Graduação em Tecnologia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

BASSI, Nádia. S. S.; SILVA, Christian. L. O uso de estudos prospectivos no processo de políticas públicas. **Revista de Políticas Públicas**, Maranhão. v. 15, p. 315-325, 2011.

BASSI, Nádia S. S. *et al.* O uso de estudos prospectivos na elaboração do planejamento estratégico de uma instituição científica-tecnológica brasileira. In: SILVA, Christian L. da; DO NASCIMENTO, Décio E.; SOUZA, Marília de. (Orgs). **Estudos prospectivos**: análise, tecnologia, planejamento estratégico, alinhamento organizacional e metodologia. Curitiba: Juruá, 2012

BECK, Ulrich. **Sociedade de risco**: rumo a uma outra modernidade. 2 ed. São Paulo: 34, 2011.
BERMANN, Célio. Impasses e controvérsias da hidreletricidade. **Estud. av.**, São Paulo, v. 21, n. 59, Apr. 2007.

BIDONE, Francisco A. (Org.). **Resíduos sólidos provenientes de coletas especiais: eliminação e valorização**. Brasília: FINEP/PROSAB, 2001.

BRAGA, Maria C. B.; RAMOS, Sonia I. P. Desenvolvimento de um modelo de banco de dados para sistematização de programas de gerenciamento integrado de resíduos sólidos em serviços de limpeza pública. **Eng. Sanit. Ambient.**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 2, Jun. 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S141341522006000200009&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 12 ago. 2013.

BRASIL. **Constituição (1988)**. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, Senado, 1998.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF. 31 ago. 1981. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/16938.htm>. Acesso em: 03 jul. 2013.

_____. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. **Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF. 12 fev. 1998.

_____. Lei 9.974, de 6 de junho de 2000. Altera a Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. **Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF.

_____. Lei nº 10.650, de 16 de abril de 2003. Dispõe sobre o acesso público aos dados e informações existentes nos órgãos e entidades integrantes do Sisnama. **Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF.

_____. Lei nº 11.107, de 6 de abril de 2005. Dispõe sobre normas gerais de contratação de consórcios públicos e dá outras providências. **Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF. 06 abr. 2005.

_____. Lei nº 11.445, de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nºs 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. **Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF. 5 jan. 2007.

_____. Decreto nº 6.017, de 17 de janeiro de 2007. Regulamenta a Lei nº 11.107, de 6 de abril de 2005, que dispõe sobre normas gerais de contratação de consórcios públicos. **Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF. 17 jan. 2007.

_____. Decreto-Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial da União República Federativa do Brasil**, Brasília, DF. 03 ago. 2010.

_____. 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 União da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF. 23 dez. 2010.

_____. Decreto nº 7.217, de 21 de junho de 2010. Regulamenta a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, e dá outras providências. **Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF. 21 jun. 2010.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasília, 2012. Disponível em: < http://www.sinir.gov.br/documents/10180/12308/PNRS_Revisao_Decreto_280812.pdf/e183f0e7-5255-4544-b9fd-15fc779a3657>. Acesso em: 03 jun. 2013.

BURKE, James L.; ORSTEIN, Robert. **O presente do fazedor de machados: os dois gumes da história da cultura humana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.

CAMPOS, Ângela D. Técnicas para produção de extrato pirolenhoso para uso agrícola. **Circular Técnica**, Pelotas, n. 65, dez. 2007. Disponível em: <http://www.cpact.embrapa.br/publicacoes/download/circulares/Circular_65.pdf>. Acesso em: 10 mai. 2012.

CANONGIA, Claudia *et al.* **Integração entre inteligência competitiva, gestão do conhecimento e visão de futuro**: reflexão sobre um sistema de prospecção tecnológica e do conhecimento para o setor de ciência, tecnologia e inovação brasileiro. In: Workshop brasileiro de inteligência competitiva de gestão do conhecimento. 2002, São Paulo. Anais... São Paulo, 2002.

CAPELLA, Ana C. N. Perspectivas teóricas sobre o processo de formulação de políticas públicas. In: HOCHMAN, Gilberto (org.). **Políticas públicas no Brasil**. 20. Ed. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2007.

CASTILHOS JUNIOR (Coord). **Resíduos sólidos urbanos: aterro sustentável para municípios de pequeno porte**. Rio de Janeiro: ABES, RiMa, 2003.

CERVO, Amado. L.; BERVIAN, Pedro. A. **Metodologia científica**. 5 ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

CHANG, N.-B., CHANG, Y.-H., CHEN, H.-W., 2009. Fair fund distribution for a municipal incinerator using GIS-based fuzzy analytic hierarchy process. **Journal of Environmental Management**, v. 90 n. 1, p. 441-454, 2009.

COATES, Joseph. Why study the future? **Reserch Technology Management**. May-June 2003.

COATES, Vary. *et al.* On the future of technological foresight. **Technological Forecasting and Social Change**, New York, v. 67, p.1-17, 2001.

COELHO, Gilda, M. Prospecção tecnológica: metodologias e experiências nacionais e internacionais. Projeto CTPetro Tendências Tecnológicas: **Nota Técnica 14**. Instituto Nacional de Tecnologia. 2003. Disponível em: <http://www.turma-aguia.com/davi/prospeccao_tecnologica.pdf>. Acesso em: 24 abr. 2013.

COELHO, Hosmanny M. G. *et al.* Proposta de um Índice de Destinação de Resíduos Sólidos Industriais. **Eng. Sanit. Ambient.**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 3, Sept. 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S141341522011000300014&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 12 ago. 2013.

COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA A RECICLAGEM. **Lixo municipal**: manual de gerenciamento integrado. São Paulo: CEMPRE, 2010. 350p.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. 1997. **Resolução Conama n° 237**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res97/res23797.html>>. Acesso em: 05 jul. 2013.

_____. 1999. **Resolução Conama n° 257**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=257>>. Acesso em: 05 jul. 2013.

CORDEIRO, Paulo V. M.; DERGINT, Dario E. A. Prospecção tecnológica: mineração de texto para a busca por possíveis parcerias empresariais em tecnologia. In: SILVA, Christian L. da; DO NASCIMENTO, Décio E.; SOUZA, Marília de. (Orgs). **Estudos prospectivos**: análise, tecnologia, planejamento estratégico, alinhamento organizacional e metodologia. Curitiba: Juruá, 2012.

CORTINA, Jose. M. What is coefficient alpha? An examination of theory and applications. **Journal of Applied Psychology**. v. 78, p. 98-104. 1993.

COSTA, Herlane S. Estação de transferência de resíduos sólidos domiciliares: Histórico e proposta de procedimentos para o seu planejamento e controle operacional. **HOLOS**

Environment, v.5, n.1, 2005.

CRESPO, Tomás. **Respuestas a 16 preguntas sobre el empleo de expertos em la investigación pedagógica**. 1 ed. Lima: San Marcos, 2007.

CUNHA, Valeriana; CAIXETA FILHO, José V. Gerenciamento da coleta de resíduos sólidos urbanos: estruturação e aplicação de modelo não-linear de programação por metas. **Gestão & Produção**, v. 9, n. 2, p. 143-161, 2002.

CURITIBA. Lei Municipal nº 6.817 de 2 de janeiro de 1986. Dispõem sobre a estrutura organizacional da administração municipal. **Palácio 29 de março**, Curitiba, 02 de janeiro. 1986. Disponível em: <<http://cm-curitiba.jusbrasil.com.br/legislacao/734903/lei-6817-86>>. Acesso em: 24 fev. 2014.

_____. Prefeitura municipal. Lei municipal nº 7833/1991, de 19 de dezembro de 1991. Dispõe sobre a política de proteção, conservação e recuperação do meio ambiente, revoga a lei nº 7447/90, o artigo 3º da lei nº 5263/75, e dá outras providências. Disponível em: <<https://www.leismunicipais.com.br/a/pr/c/curitiba/lei-ordinaria/1991/783/7833/lei-ordinaria-n-7833-1991-dispoe-sobre-a-politica-de-protecao-conservacao-e-recuperacao-do-meio-ambiente-revoga-a-lei-n-7447-90-o-artigo-3-da-lei-n-5263-75-e-da-outras-providencias-2012-12-17.html>>. Acesso em: 12 mar. 2014.

_____. Prefeitura Municipal de Curitiba. **Plano de gestão integrada de resíduos sólidos**. Out. 2010. Disponível em: <<http://www.curitiba.pr.gov.br/multimidia/00084142.pdf>>. Acesso em: 24 fev. 2014.

_____. Prefeitura Municipal de Curitiba. **Plano Municipal de Saneamento: Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos**. Curitiba: 2013. 169p. Disponível em: <<http://www.curitiba.pr.gov.br/multimidia/00142058.pdf>>. Acesso em: 24 fev. 2014.

DA CUNHA, Carla G. S. **Avaliação de Políticas Públicas e Programas Governamentais: tendências recentes e experiências no Brasil**. Secretaria de Coordenação e Planejamento/ RS, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rap/v45n6/a12v45n6.pdf>>. Acesso em: 09 abr. 2014.

DEMAJOROVIC, Jacques; BESEN, Gina R.; RATHSAM, Alexandre A. Os desafios da gestão compartilhada de resíduos sólidos face à lógica do mercado. **Diálogos em ambiente e sociedade no Brasil**, v. 1, 2006.

DIAS, David M. Modelo para estimativa da geração de resíduos sólidos domiciliares em centros urbanos com base de variáveis socioeconômicas conjunturais. **Eng. Sanit. Ambient.**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 3, Sept. 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S141341522012000300009&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 12 ago. 2013.

DOS SANTOS, Greyciane P. et al. **A cadeia do papel/papelão comum e o reciclado: uma análise comparativa na indústria de embalagens.** 2010.

ECONOMOPOULOS, Alexander P. Planning Tools and Procedures for Rational Municipal Solid Wastes Management. In: KARAGIANNIDIS, Avraam K. **Waste to Energy: opportunities and challenges for developing and transition economies.** London: Springer, 2012.

ENGEBIO ENGENHARIA S/S LTDA. **Análise da pré-viabilidade técnica, econômica e ambiental do aproveitamento energético de biogás do aterro sanitário de Contagem: estudo de caso.** Porto Alegre: ENGEBIO, 2009a.

ESPINO, José. A. **Instituciones y Economía: Una introducción al neoinstitucionalismo económico.** México: Fondo de Cultura Económica.1999.

FERREIRA, João A.; DOS ANJOS, Luiz A. Aspectos de saúde coletiva e ocupacional associados à gestão dos resíduos sólidos municipais. **Cad. Saúde Pública**, v. 17, n. 3, p. 689-696, 2001.

FINNVEDEN, Göran *et al.* Life cycle assessment of energy from solid waste—part 1: general methodology and results. **Journal of Cleaner Production**, v. 13, n. 3, p. 213-229, 2005.

FORLIN, Flávio J.; FARIA, José de A. F. Considerações sobre a reciclagem de embalagens plásticas. **Polímeros: ciência e tecnologia**, v. 12, n. 1, p. 1-10, 2002.

FRANCHETTI, Sandra M. M.; MARCONATO, José C. Polímeros biodegradáveis-uma solução parcial para diminuir a quantidade dos resíduos plásticos. **Química Nova**, Águas de Lindóia, v. 29, n. 4, p. 811, 2006.

FREY, Klaus. Políticas públicas: um debate conceitual e reflexões referentes à prática da análise de políticas públicas no Brasil. **Planejamento e Políticas Públicas**, Brasília, n. 21, p. 211-259, jun. 2000. Disponível em: <<http://www.ipea.gov.br/ppp/index.php/PPP/article/view/File/89/158>>. Acesso em: 10 jun. 2013.

FUNDAÇÃO DE APOIO AO DESENVOLVIMENTO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO. **Análise das Diversas Tecnologias de Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos no Brasil, Europa, Estados Unidos e Japão.** 2012. Disponível em: <<http://www.tecnologiasresiduos.com.br/secao/publicacao/>>. Acesso em: 23 mai. 2013.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. **Aproveitamento energético de resíduos sólidos urbanos: guia de orientação para governos municipais de Minas Gerais/ Fundação Estadual do Meio Ambiente.** Belo Horizonte: FEAM, 2012. 163p.

FUGII, Gabriel M; VASCONCELOS, Marta C.; SILVA, Christian L. da. Comparação da gestão de resíduos sólidos urbanos entre dez capitais brasileiras. In: Congresso internacional de administração. 2013, Ponta Grossa. **Anais eletrônicos...** Disponível em: <<http://www.admpg.com.br/2013/down.php?id=140&q=1>>. Acesso em: 20 de mar. 2014.

GALBIATI, Adriana F. O gerenciamento integrado de resíduos sólidos e a reciclagem. **SILVA**, p. 7-8, 2001.

GIL, Antônio C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 1989.

_____. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GODET, Michel *et al.* “**A caixa de ferramentas**” da prospectiva estratégica. Caderno n. 5. Lisboa: Centro de Estudos de Prospectiva e Estratégia, 2000.

_____. **Manuel de prospective stratégique**: tome 2 – l’art et la méthode. 2. ed. Paris: Dunod, 2004.

_____. Apresentação 1. In: SILVA, Christian L. da; DO NASCIMENTO, Décio E.; SOUZA, Marília de. (Orgs). **Estudos prospectivos**: análise, tecnologia, planejamento estratégico, alinhamento organizacional e metodologia. Curitiba: Juruá, 2012.

GODET, Michel; DURANCE, Philippe. **Prospective Stratégique: problèmes et méthodes**. In: Cahier du LIPSOR n° 20, Paris, 2006. Disponível em:<<http://www.lapropective.fr/dyn/francais/memoire/strategicforesight.pdf>>. Acesso em: 3 fev. 2014.

GOLDEMBERG, José; LUCON, Oswaldo. Energia e meio ambiente no Brasil. **Estud. av.**, São Paulo , v. 21, n. 59, Apr. 2007 .

GONÇALVES, Pólita. **A reciclagem integradora dos aspectos ambientais sociais e econômicos**. Rio de Janeiro: DP&A: FASE, 2003.

GOUVEIA, Nelson. Saúde e meio ambiente nas cidades: os desafios da saúde ambiental. **Saúde e Sociedade**, São Paulo, v.8, n.1, p.49-61, 1999.

_____. Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social. **Ciênc. saúde coletiva**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 6, Jun. 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sciarttext&pid=S1413-81232012000600014&lng=en&nrm=iso>>. Acesso em: 04 jun. 2013.

GRIPPI, Sidney. **Lixo**: reciclagem e sua história – guia para as prefeituras brasileiras. 2ª. edição. Rio de Janeiro: Interciencia, 2006.

GUIMARÃES, Juliana B. de S. **Análise Estatística Utilizando o SPSS: Guia prático de comandos.** Rio de Janeiro: Proac-UFF, 2007.

HOUAISS, Antônio; VILLAR, Mauro de S. **Minidicionário Houaiss de língua portuguesa.** 4. ed. Rio de Janeiro: Objetiva, 2010.

HORKHEIMER, Max; ADORNO; Theodor W. **Dialética do esclarecimento:** fragmentos filosóficos. 3. ed. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1991.

INSTITUTO BRASILEIRO DE ESTATÍSTICA E GEOGRAFIA. **Pesquisa nacional de saneamento Básico 2008.** 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb2008/PNSB_2008.pdf>. Acesso em: 14 jun. 2013.

_____. **Estudos e pesquisa:** Informação Geográfica. Indicadores de Desenvolvimento Sustentável: Brasil 2010. n. 7. Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/recursosnaturais/ids/ids2010.pdf>>. Acesso em: 05 jul. 2013.

_____. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/painel/painel.php?codmun=410690>>. Acesso em: 19 mar. 2014.

JACOBI, Pedro R.; BESEN, Gina R. Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade. **Estud. av.**, São Paulo, v. 25, n. 71, abr. 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010340142011000100010&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 04 jun. 2013.

JUCÁ, José F. T. Prefácio. In: CASTILHOS JUNIOR (Coord). **Resíduos sólidos urbanos:** aterro sustentável para municípios de pequeno porte. Rio de Janeiro: ABES, RiMa, 2003.

KINGDON, John. W. **Agendas, alternatives, and public policies.** New York: HarperCollins, 1995.

KONRAD, Marcia R. Reciclagem de alumínio - Impactos econômicos e sociais. **Revista Científica FAMEC/ FAAC / FMI / FABRASP.** v. 5, n. 5, p. 22-26, 2006.

KUPFER, David; TIGRE, Paulo. B. Prospecção tecnológica. In: CARUSO, Luiz. A.; TIGRE, Paulo. B.(Coord.). **Modelo SENAI de Prospecção:** Documento metodológico. Montevideo, 2004. 77 p. (Papeles de la Oficina Técnica, 14) Disponível em: <http://www.ie.ufrj.br/gic/pdfs/modelo_senai_de_prospeccao_cap2.pdf>. Acesso em: 08 abr. 2013.

LEONTITSIS, Alexandros.; PAGGE, Jenny. A simulation approach on Cronbach's alpha statistical significance. **Mathematics and Computers in Simulation.** v. 73, p. 336-340. 2007.

LINDSTONE, Harold. A.; TUROFF, Murray. **The Delphi Method: techniques and applications**. EBook. 2002.

LOVELOCK, James. **A Vingança de Gaia**. 1. ed. Rio de Janeiro: Intrínseca, 2006.

LOBATO, Kelly C. D.; LIMA Josiane P. Caracterização e avaliação de processos de seleção de resíduos sólidos urbanos por meio da técnica de mapeamento. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 15, p. 347-356, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S141341522010000400007&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 12 ago. 2013.

LOUREIRO, Diego. C, *et al.* Compostagem e Vermicompostagem domiciliares com esterco bovino para a produção de insumo orgânico. **Pesquisa Agropecuária brasileira**, Brasília, 2007.

MARIUZZO, Patrícia. Hidrelétricas são a opção energética mais limpa e barata para o Brasil. **Inovação Uniemp**, Campinas, v. 3, n. 2, abr. 2007 .

MARCHEZETTI, Ana L.; KAVISKI, Eloy; BRAGA, Maria C.B. Aplicação do método AHP para a hierarquização das alternativas de tratamento de resíduos sólidos domiciliares. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 11, n. 2, p. 173-187, abr./jun, 2011.

MARCONI, Marina de A. LAKATOS, Eva M. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MARTINS, Gilberto de A. Sobre Confiabilidade e Validade. **Revista Brasileira de Gestão de Negócios**, v. 8, n. 20, p. 1-12, 2006.

MATTOS, Júlio. C. P. **Poluição ambiental por resíduos sólidos em ecossistemas urbanos: estudo de caso do aterro controlado de Rio Branco - AC**. 2006. 150 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais, Universidade Federal do Acre. Rio Branco, 2006.

MAYERHOFF, Zea D.V.L. Uma análise sobre os Estudos de Prospecção Tecnológica. **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v.1, n 1, p. 7-9, 2008.

MELO, Lucas A. de.; SAUTTER, Klaus D.; JANISSEK, Paulo R. Estudo de cenários para o gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos de Curitiba. **Engenharia Sanitária Ambiental**, Rio de Janeiro, v.14 n.4, 2009.

MESQUITA JÚNIOR, José M. de. **Gestão integrada de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: IBAM, 2007.

MONTEIRO, José H. P. *et al.* **Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: IBAM, 2001. Disponível em: < <http://www.resol.com.br/cartilha4/manual.pdf>>. Acesso em: 17 jun. 2012.

MOREIRA, Herivelto; CALEFFE, Luiz G. **Metodologia da pesquisa para o professor pesquisador**. 2.ed. Rio de Janeiro: Lamparina. 2008.

NOVAIS, Rosa. Sistema integrado de tratamento de resíduos sólidos Experiência Europeia. In: Seminário de internacional de engenharia de saúde pública, 4., 2013, Belo Horizonte. **Anais eletrônicos...** Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/uploads/2013/05/Rosa_Dores-.pdf>. Acesso em: 30 set. 2013.

NUNESMAIA, Maria de F. A Gestão de Resíduos Urbanos e Suas Limitações. **TECBAHIA Revista Baiana de Tecnologia**, Camaçari, v.17, n.1, p.120-129, jan./abr. 2002.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. OECD, 2008. **Environmental Outlook to 2030**. Disponível em: <<http://www.oecd.org/environment/indicators-modelling-outlooks/40200582.pdf>>. Acesso em: 25 mai. 2013.

OTHMAN, Siti N. *et al.* Review on life cycle assessment of integrated solid waste management in some Asian countries. **Journal of Cleaner Production**, v. 41, p. 251-262, 2012.

PARADA, Eugenio L. Política y política públicas. In: SARAVIA, Enrique; FERRAREZI, Elisabete. **Políticas públicas**: coletânea volume I. Brasília: ENAP, 2006. Disponível em: <http://www.enap.gov.br/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=858>. Acesso em: 11 jun. 2013.

PARANÁ. **Secretaria do desenvolvimento urbano**: coordenação da região metropolitana de Curitiba. Municípios da RMC. Disponível em: < <http://www.comec.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=89> >. Acesso em 11 jul. 2013.

PEREIRA, Cláudia D.; FRANCO, Davide; CASTILHOS JR, Armando C. Implantação de Estação de Transferência de Resíduos Sólidos Urbanos utilizando Tecnologia SIG. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, São Paulo, n. 27. p. 71-84, mar. 2013.

POLAZ, Carla N. M.; TEIXEIRA, Bernardo A. do N. Indicadores de sustentabilidade para a gestão municipal de resíduos sólidos urbanos: um estudo para São Carlos (SP). **Eng. Sanit. Ambient.**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 3, Sept. 2009 . Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S141341522009000300015&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 12 ago. 2013.

PUNA, Jaime F. B.; BAPTISTA, Bráulio dos S. A gestão integrada de resíduos sólidos urbanos - perspectiva ambiental e econômicoenergética. **Quim. Nova**, Águas de Lindóia, v. 31, n. 3, p. 645-654, 2008.

RIBEIRO, Daniel V.; MORELLI, Márcio R. **Resíduos sólidos: problema ou oportunidade?** Rio de Janeiro: Interciencia, 2009.

RUTHES, Sidarta. **A prospectiva estratégica apoiando a tomada de decisão na definição de políticas e estratégias setoriais. Estudo de caso: setor têxtil e confecção do estado do Paraná.** 2007. 261f. Programa de Pós-Graduação em Tecnologia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2007. Disponível em: <http://files.dirppg.ct.utfpr.edu.br/ppgte/dissertacoes/2007/ppgte_dissertacao_217_2007.pdf>. Acesso em: 09 abr. 2013.

RUTHES, Sidarta; DO NASCIMENTO, Décio E.; SOUZA, Marília de. A prospectiva estratégica no apoio à formulação de políticas setoriais. Estudo de caso: setor têxtil e confecção do Paraná. In: SILVA, Christian L. da; DO NASCIMENTO, Décio E.; SOUZA, Marília de. (Orgs). **Estudos prospectivos: análise, tecnologia, planejamento estratégico, alinhamento organizacional e metodologia.** Curitiba: Juruá, 2012.

PIRES, Ana; MARTINHO, Graça; CHANG, Ni-Bin. Solid waste management in European countries: a review of systems analysis techniques. **Journal of environmental management**, v. 92, n. 4, p. 1033-1050, 2011.

ROCHA, Viviane G.; D'ÁVILA, João S.; DE SOUZA, Roberto R. A importância da gestão dos resíduos sólidos na relação homem – natureza. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, Taubaté, v. 1, n.3, set-dez. 2005. Disponível em: <<http://www.rbgdr.net/revista/index.php/rbgdr/article/view/63/57>>. Acesso em: 11 jun. 2012.

ROSA, Luiz P. Geração hidrelétrica, termelétrica e nuclear. **Estud. av.**, São Paulo, v. 21, n. 59, Apr. 2007.

ROTH, Caroline das G; GARCIAS, Carlos M. A Influência dos padrões de consumo na geração de resíduos sólidos dentro do sistema urbano. **Redes**, Santa Cruz do Sul, v. 13, n. 3, p. 5-13, 2009.

SANTIAGO, Leila S.; DIAS, Sandra M. F. Matriz de indicadores de sustentabilidade para a gestão de resíduos sólidos urbanos. **Eng. Sanit. Ambient.**, Rio de Janeiro, v. 17, n.

2, June 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sciarttext&pid=S141341522012000200010&lng=en&nrm=iso>>. Acesso em: 12 ago. 2013.

SANTOS, Antônio R. dos. **Metodologia Científica**: a construção do conhecimento. 3. ed. Rio de Janeiro: DP&A, 2000.

SANTOS, Marcio de M. *et al.* Prospecção de tecnologias de futuro: métodos, técnicas e abordagens. **Parcerias Estratégicas**, Brasília, n. 19, p. 189-229, dez. 2004.

SANTOYO, Alain H. **Bases teórico metodológicas para la valoración económica de bienes y servicios ambientales con base en técnicas de decisión multicriterio**. Estudio de caso: Parque Nacional Viñales, Pinar del Río, República de Cuba. Departamento de Análisis Económico Aplicado. Universidad de Alicante, España. 2012.

SCHALCH, Valdir *et al.* **Gestão e gerenciamento de resíduos sólidos**. São Carlos: USP, 2002. Disponível em: <http://www.deecc.ufc.br/Download/Gestao_de_Residuos_Solidos_PGTGA/Apostila_Gestao_e_Gerenciamento_de_RS_Schalch_et_al.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2013.

SCHNEIDER, Ariane H. *et al.* Estudos de futuro aproximando universidades e empresas: rodada de negócios tecnológica. In: SILVA, Christian L. da; DO NASCIMENTO, Décio E.; SOUZA, Marília de. (Orgs). **Estudos prospectivos**: análise, tecnologia, planejamento estratégico, alinhamento organizacional e metodologia. Curitiba: Juruá, 2012.

SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE DE CURITIBA. Disponível em: <<http://www.curitiba.pr.gov.br/conteudo/equipe-smma/116>>. Acesso em: 19 mar. 2014.

SILVA, Christian L. da. *et al.* Instituições, políticas públicas e meio ambiente: uma avaliação comparativa dos arranjos institucionais da gestão de resíduos urbanos entre Curitiba e Salvador. In: Encontro da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade (ANPPAS), 6., 2012, Belém. **Anais eletrônicos...** Disponível em: <<http://www.anppas.org.br/encontro6/anais/ARQUIVOS/GT3-946-793-20120714085115.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2014.

SILVA, Christian L. da; DO NASCIMENTO, Décio E.; SOUZA, Marília de. (Orgs). **Estudos prospectivos**: análise, tecnologia, planejamento estratégico, alinhamento organizacional e metodologia. Curitiba: Juruá, 2012.

SILVA, Christian L. da; BASSI, Nádia S.S. Políticas públicas e desenvolvimento local. In: SILVA, Christian L. da. (Org). **Políticas públicas e desenvolvimento local**: instrumentos e proposições de análise para o Brasil. Petrópolis: Vozes, 2012.

SISINNO, Cristina L. S. *et al.* **Ecoeficiência aplicada à redução da geração de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2011.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE A GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS. **Consulta de indicadores de resíduos sólidos urbanos**. 2010. Disponível em: <<http://www.sinir.gov.br/web/guest/consulta-de-indicadores>>. Acesso em: 13 jun. 2013.

SOUSA, Rafael da S. M.; GAIA, Daniel de S.; RANGEL, Lucas dos S. Geração de energia através do lixo. **Bolsista de Valor: Revista de divulgação do Projeto Universidade Petrobras e Instituto Federal Fluminense**, Campos do Goytacazes, v. 1, n.1, 2010. Disponível em: <<http://www.essentiaeditora.iff.edu.br/index.php/BolsistaDeValor/article/view/1849/1027>>. Acesso em: 17 jun. 2012.

SOUZA, Celina. Políticas Públicas: Uma Revisão da Literatura. **Sociologias** (UFRGS), Porto Alegre, v. 8, n. 16, p. 20-45, 2006.

SOUZA, Maria T. S. de; PAULA, Mabel B. de; SOUZA-PINTO, Helma de. O papel das cooperativas de reciclagem nos canais reversos pós-consumo. **Rev. adm. empres.**, São Paulo, v. 52, n. 2, Apr. 2012

SOUZA, Rávila M. de; VERGARA, Fernán E. Análise de variáveis aplicada à gestão de recursos hídricos - caso de estudo da microbacia do córrego Brejo Comprido, Palmas, TO. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v.9, n.3, p.303-319, jul./set.2012.

SUZUKI, Juliana A. N.; GOMES, João. Consórcios intermunicipais para a destinação de RSU em aterros regionais: estudo prospectivo para os municípios no Estado do Paraná. **Eng. Sanit. Ambient.**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 2, Jun. 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S141341522009000200002&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 12 ago. 2013.

TCHOBANOGLIOUS, George *et al.* **Integrated solid waste management: engineering principles and management issues**. New York: McGraw-Hill, 1993.

TCHOBANOGLIOUS, George; KREITH, Frank. **Handbook of solid waste management**. 2 ed. New York: McGraw-Hill, 2002.

TEIXEIRA, Elenaldo C. **O papel das políticas públicas no desenvolvimento local e na transformação da realidade**. Salvador: AATR, 2002.

THIESEN, Juarez da S. **Método para a construção e análise de cenários prospectivos em planejamento educacional baseado na gestão do conhecimento**. 2009. 166f. Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009. Disponível em: <<http://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/93065?show=full>>. Acesso em: 19 abr. 2013.

THOMAS, Bernie; MCDOUGALL, Forbes. International expert group on life cycle assessment for integrated waste management. **Journal of Cleaner Production**, v. 13, n. 3, p. 321-326, 2005.

TREVISAN, Andrei P.; VAN BELLEN, Hans M. Avaliação de políticas públicas: uma revisão teórica de um campo em construção. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v. 42 n.3, p. 529-50, mai/jun, 2008.

UDAETA, Miguel E. *et al.* Energia da gaseificação de biomassa como opção energética de desenvolvimento limpo. **Proceedings of the 4th Encontro de Energia no Meio Rural**, 2002.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. **Developing Integrated Solid Waste Management Plan Training Manual**. Osaka/Shiga, v. 2, p 1-25, 2009.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Solid Waste Management: A Local Challenge With Global Impacts**. Washington, p. 1-22, 2002.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Municipal solid waste in the United States**. Washington, p. 1-162, 2011.

VERGARA, F. E.; CORDEIRO NETTO, O. M. Análise estrutural por meio da metodologia MICMAC aplicada à gestão dos recursos hídricos: o caso da região hidrográfica da UHE Lajeado na bacia do rio Tocantins. **Revista de Gestão de Águas da América Latina**, Brasil, v. 4, p. 5-19. 2007.

VIANA, Ana L. Abordagens metodológicas em políticas públicas. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v. 30, n. 2, p. 5-43, 1996.

WILSON, David *et al.* **Strategic planning guide for municipal solid waste management**. Washington, DC: World Bank, 2001.

WILSON, David C.; VELIS, Costas; CHEESEMAN, Chris. Role of informal sector recycling in waste management in developing countries. **Habitat international**, v. 30, n. 4, p. 797-808, 2006.

WRIGHT, James T. C.; SPERS, Renata G. O país no futuro: aspectos metodológicos e cenários. **Estud. av.**, São Paulo, v. 20, n. 56, Apr. 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010340142006000100003&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 09 abr. 2013.

ZANETI, I. C. B. B.; SÁ, LAIS M. A educação ambiental como instrumento de mudança na concepção da gestão de resíduos sólidos domiciliares e na preservação do meio ambiente. In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM AMBIENTE E SOCIEDADE, 1. 2002. Indaiatuba. **Sociedade do Conhecimento, Educação e Meio Ambiente**. Disponível em: <http://www.anppas.org.br/encontro_anual/encontro1/gt/sociedade_do_conhecimento/Zaneti%20-%20Mourao.pdf>. Acesso em: 18 fev. 2014.

ZANTA, Viviana M.; FERREIRA, Cynthia F. A. Gerenciamento integrado de resíduos sólidos. In: CASTILHOS JUNIOR (Coord). **Resíduos sólidos urbanos: aterro sustentável para municípios de pequeno porte**. Rio de Janeiro: ABES, RiMa, 2003.

ZURBRÜGG, Christian. Urban Solid Waste Management in Low-Income Countries of Asia How to Cope with the Garbage Crisis. **Urban Solid Waste Management Review Session**, Durban, p. 1-13, 2003.

APÊNDICE A – Questionário de avaliação e complementação das variáveis

Questionário

Prezado Pesquisador (a):

Com a finalidade de dar continuidade a pesquisa, este questionário tem o propósito de buscar maior clareza e compreensão acerca das variáveis presentes nas etapas de gerenciamento integrado de resíduos sólidos urbanos, ou seja, elementos existentes que influenciam direta ou indiretamente no sistema, principalmente para a área de gestão e planejamento.

Questionário que faz parte da pesquisa de dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia (PPGTE) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Suas respostas são essenciais para esta etapa da pesquisa. Caracterizada por levantar as principais variáveis existentes na gestão de resíduos sólidos.

Nesta fase, gostaríamos da sua contribuição, levando em conta a sua percepção, experiência sobre o tema.

Salientamos ainda, que será preservado o sigilo em relação à identidade dos respondentes, bem como as respostas individuais.

Caracterização do respondente:

Nome: _____ Instituição: _____

Nesta primeira parte responda as perguntas abaixo segundo as escalas abaixo.

- 1 ____ Não concordo totalmente
- 2 ____ Não concordo parcialmente
- 3 ____ Indiferente
- 4 ____ Concordo parcialmente
- 5 ____ Concordo totalmente

1) Há potencial de melhor utilização dos resíduos sólidos nas regiões metropolitanas para:

- a) Compostagem
 - a. Não concordo totalmente
 - b. Não concordo parcialmente
 - c. Indiferente

- d. Concordo parcialmente
- e. Concordo totalmente

b) Geração de energia

- a. Não concordo totalmente
- b. Não concordo parcialmente
- c. Indiferente
- d. Concordo parcialmente
- e. Concordo totalmente

c) Recicláveis

- a. Não concordo totalmente
- b. Não concordo parcialmente
- c. Indiferente
- d. Concordo parcialmente
- e. Concordo totalmente

d) Cooperativas de reciclagem e inclusão social

- a. Não concordo totalmente
- b. Não concordo parcialmente
- c. Indiferente
- d. Concordo parcialmente
- e. Concordo totalmente

e) Alternativas para tratamento de resíduos

- a. Não concordo totalmente
- b. Não concordo parcialmente
- c. Indiferente
- d. Concordo parcialmente
- e. Concordo totalmente

2) Há planejamento municipal na maioria das regiões metropolitanas para melhor aproveitamento da gestão de resíduos sólidos urbanos

- a. Não concordo totalmente
- b. Não concordo parcialmente
- c. Indiferente

- d. Concordo parcialmente
- e. Concordo totalmente

3) O planejamento da gestão de resíduos pode trazer ganhos para a melhor organização do espaço territorial dos municípios e recursos econômicos

- a. Não concordo totalmente
- b. Não concordo parcialmente
- c. Indiferente
- d. Concordo parcialmente
- e. Concordo totalmente

4) Não há instrumentos de planejamento de resíduos que se ocupam em melhorar, organizar e otimizar o processo de gestão, integrando a questão do território com os recursos econômicos

- a. Não concordo totalmente
- b. Não concordo parcialmente
- c. Indiferente
- d. Concordo parcialmente
- e. Concordo totalmente

5) A Política Nacional de Resíduos Sólidos traz importantes mudanças de paradigmas para gestão de resíduos sólidos urbanos

- a. Não concordo totalmente
- b. Não concordo parcialmente
- c. Indiferente
- d. Concordo parcialmente
- e. Concordo totalmente

Nesta segunda fase responda para cada variável abaixo aquela que indica a escala de intensidade mais apropriada:

ESCALA DE INTENSIDADE: 1 A 5, sendo:

1 Extremamente relevante

2 Muito relevante

3 Pouco relevante

4 Ligeiramente relevante

5 Irrelevante

VARIÁVEL	<u>IMPORTÂNCIA PARA PLANEJAMENTO DA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS</u>	<u>IMPORTÂNCIA PARA A GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS</u>																				
<u>População</u> Refere-se ao número de habitantes, sua concentração, renda per capita, grau de instrução, geração de resíduo por habitante, comunidade próximas ao entorno das instalações de tratamento ou aterro sanitário	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr> </table>						1	2	3	4	5	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr> </table>						1	2	3	4	5
1	2	3	4	5																		
1	2	3	4	5																		
<u>Acondicionamento</u> Artefato adequado para armazenamento (saco de lixo) e local seguro (cesto, lixeira), longe de animais, evitando contaminação além da separação dos resíduos orgânicos e recicláveis	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr> </table>						1	2	3	4	5	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr> </table>						1	2	3	4	5
1	2	3	4	5																		
1	2	3	4	5																		
<u>Coleta</u> Coleta Seletiva, ou seja a segregação na fonte geradora dos resíduos orgânicos e recicláveis. Além de sua frequência, horário e dias. Alternativas e disponibilidade conforme a necessidade da população	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr> </table>						1	2	3	4	5	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr> </table>						1	2	3	4	5
1	2	3	4	5																		
1	2	3	4	5																		
<u>Geração per capita</u> Quantidade (massa) gerada por cada habitante	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr> </table>						1	2	3	4	5	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr> </table>						1	2	3	4	5
1	2	3	4	5																		
1	2	3	4	5																		
<u>Consumo Consciente / Sensibilização ambiental</u> Atrelado a educação ambiental, feito com base em programas/ propagandas que incentivem a consumir o necessário, evitando perdas, exigindo soluções dos fabricantes, transportadores comerciantes para tratamento dos resíduos/ produtos e a praticarem a reciclagem e reuso	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr> </table>						1	2	3	4	5	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr> </table>						1	2	3	4	5
1	2	3	4	5																		
1	2	3	4	5																		
<u>Educação Ambiental</u> Ações que foquem a sustentabilidade, sensibilizando e conscientizando a população sobre as formas mais adequadas de acondicionar e tratar os resíduos sólidos urbanos	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr> </table>						1	2	3	4	5	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr> </table>						1	2	3	4	5
1	2	3	4	5																		
1	2	3	4	5																		
<u>Ciclo de vida do produto</u> Produção de artefatos de maior durabilidade e que sejam de fácil tratamento e transformação (reciclagem)/ reuso.	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr> </table>						1	2	3	4	5	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr> </table>						1	2	3	4	5
1	2	3	4	5																		
1	2	3	4	5																		
<u>Ponto de coleta especial</u> Locais específicos para coleta de determinados resíduos (lâmpadas, pilhas, baterias, óleo de cozinha entre outros)	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr> </table>						1	2	3	4	5	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr> </table>						1	2	3	4	5
1	2	3	4	5																		
1	2	3	4	5																		
<u>Ponto de coleta voluntária</u> Locais específicos para a disposição de resíduos recicláveis ou orgânicos principalmente e áreas de difícil acesso	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr> </table>						1	2	3	4	5	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr> </table>						1	2	3	4	5
1	2	3	4	5																		
1	2	3	4	5																		
<u>Infraestrutura urbana</u> Condições básicas para a implantação de um sistema de coleta, ruas bem definidas, bairros, lixeiras, instalações de tratamento, aterro sanitário, acessibilidade, iluminação	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr> </table>						1	2	3	4	5	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr> </table>						1	2	3	4	5
1	2	3	4	5																		
1	2	3	4	5																		

Controle ambiental a fim de evitar a contaminação ambiental, recuperação de antigos lixões e ou aterros, tratamento de chourume e de gases	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
Aterro sanitário Localização, tamanho, capacidade, vida útil, distância, sua abrangência em atender outros municípios (consórcio), normas técnicas e ambientais, monitoramento ambiental	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> 1 2 3 4 5	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> 1 2 3 4 5
Controle, fiscalização e informação Instrumentos que disponibilizam dados consistentes e confiáveis que servem para fiscalização, controle	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> 1 2 3 4 5	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> 1 2 3 4 5
Universalização dos serviços Atendimento que alcance todo o município	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> 1 2 3 4 5	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> 1 2 3 4 5
Planejamento Estudos estratégicos para aperfeiçoamento da gestão de resíduos sólido urbanos	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> 1 2 3 4 5	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> 1 2 3 4 5
Lançamento de resíduos em locais inadequados Ações que impeça o lançamento e poluição em locais impróprios	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> 1 2 3 4 5	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> 1 2 3 4 5

2) Após avaliação existe alguma variável/ algumas variáveis que não foi contemplada nesta pesquisa?

APÊNDICE B - Posicionamento dos especialistas sobre tratamentos que podem ser melhorados na gestão de resíduos sólidos urbanos

Etapas/respostas	Não concordo totalmente	Não concordo parcialmente	Indiferente	Concordo parcialmente	Concordo totalmente
Compostagem	1	1	0	4	8
Geração de energia	2	0	0	3	9
Reciclagem	0	0	0	4	10
Cooperativas de reciclagem e inclusão social	1	0	0	4	9
Alternativas de tratamento	0	0	0	3	11

Quadro 54 – Posicionamento dos especialistas sobre tratamentos que podem ser melhorados na gestão de resíduos sólidos urbanos

Fonte: Elaborado pelo autor

APÊNDICE C - Cálculo para ponderação dos dados

	A	B	C	D	E	F
1	Escala das respostas	Irrelevante	Ligeiramente relevante	Pouco relevante	Muito relevante	Extremamente relevante
2	Ponderação	0	1	2	3	4
3	Quantidade de respostas selecionas	0 a 14	0 a 14	0 a 14	0 a 14	0 a 14

Quadro 55 – Cálculo para ponderação dos dados

Fonte: Elaborado pelo autor

Para ponderação dos dados obtidos com base nos resultados dos especialistas, foi realizado o seguinte cálculo, simulando uma planilha de Excel: $B3*B2+C3*C2+D3*D2+E3*E2+F3*F2= 56$. em que os elementos da linha 3 variavam de 0 a 14, sendo 56 o limite deste cálculo.

APÊNDICE D - Posicionamento dos especialistas para as perguntas 2, 3, 4 e 5 da primeira etapa do questionário

Pergunta	Não concordo totalmente	Não concordo parcialmente	Indiferente	Concordo parcialmente	Concordo totalmente
I	7	5	2	0	0
II	0	0	2	2	10
III	5	4	0	5	0
IV	0	1	0	6	7

Quadro 56 – Posicionamento dos especialistas para as perguntas 2, 3, 4 e 5 da primeira etapa do questionário
Fonte: Elaborado pelo autor.

APÊNDICE E - Frequência e porcentagem das respostas dadas pelos especialistas

Continua

População	Extremamente relevante	Muito relevante	Pouco relevante	Ligeiramente relevante	Irrelevante
Frequência	9	4	0	1	0
Porcentagem	64,28	28,57	0	7,14	0
Acondicionamento	Extremamente relevante	Muito relevante	Pouco relevante	Ligeiramente relevante	Irrelevante
Frequência	7	6	1	0	0
Porcentagem	50	42,86	7,14	0	0
Coleta	Extremamente relevante	Muito relevante	Pouco relevante	Ligeiramente relevante	Irrelevante
Frequência	11	3	0	0	0
Porcentagem	78,57	21,42	0	0	0
Geração per capita	Extremamente relevante	Muito relevante	Pouco relevante	Ligeiramente relevante	Irrelevante
Frequência	8	6	0	0	0
Porcentagem	57,14	42,86	0	0	0
Consumo consciente	Extremamente relevante	Muito relevante	Pouco relevante	Ligeiramente relevante	Irrelevante
Frequência	9	3	2	0	0
Porcentagem	64,28	21,42	14,28	0	0
Educação Ambiental	Extremamente relevante	Muito relevante	Pouco relevante	Ligeiramente relevante	Irrelevante
Frequência	9	3	2	0	0
Porcentagem	64,28	21,42	14,28	0	0
Ciclo de vida do produto	Extremamente relevante	Muito relevante	Pouco relevante	Ligeiramente relevante	Irrelevante
Frequência	3	10	1	0	0
Porcentagem	21,42	71,43	7,14	0	0
Ponto de coleta especial	Extremamente relevante	Muito relevante	Pouco relevante	Ligeiramente relevante	Irrelevante
Frequência	8	4	2	0	0
Porcentagem	57,14	28,57	14,28	0	0
Ponto de coleta voluntária	Extremamente relevante	Muito relevante	Pouco relevante	Ligeiramente relevante	Irrelevante
Frequência	7	4	2	1	0
Porcentagem	50	28,57	14,28	7,14	0
Infraestrutura urbana	Extremamente relevante	Muito relevante	Pouco relevante	Ligeiramente relevante	Irrelevante
Frequência	8	4	2	0	0
Porcentagem	57,14	28,57	14,28	0	0
Terceirização/ parceria	Extremamente relevante	Muito relevante	Pouco relevante	Ligeiramente relevante	Irrelevante
Frequência	4	3	7	0	0
Porcentagem	28,57	21,42	50	0	0
Poder público	Extremamente relevante	Muito relevante	Pouco relevante	Ligeiramente relevante	Irrelevante
Frequência	6	5	2	0	1
Porcentagem	42,86	35,71	14,28	0	7,14

Continua

Política pública	Extremamente relevante	Muito relevante	Pouco relevante	Ligeiramente relevante	Irrelevante
Frequência	9	4	0	1	0
Porcentagem	64,28	28,57	0	7,14	0
Cooperativismo	Extremamente relevante	Muito relevante	Pouco relevante	Ligeiramente relevante	Irrelevante
Frequência	5	6	3	0	0
Porcentagem	35,71	42,86	21,43	0	0
Capacitação e treinamento	Extremamente relevante	Muito relevante	Pouco relevante	Ligeiramente relevante	Irrelevante
Frequência	7	7	0	0	0
Porcentagem	50	50	0	0	0
Carrinheiros	Extremamente relevante	Muito relevante	Pouco relevante	Ligeiramente relevante	Irrelevante
Frequência	2	10	1	0	1
Porcentagem	14,28	71,43	7,14	0	7,14
Transbordo e transporte	Extremamente relevante	Muito relevante	Pouco relevante	Ligeiramente relevante	Irrelevante
Frequência	4	3	7	0	0
Porcentagem	28,57	21,42	50	0	0
Saúde e segurança no trabalho	Extremamente relevante	Muito relevante	Pouco relevante	Ligeiramente relevante	Irrelevante
Frequência	6	7	1	0	0
Porcentagem	42,86	50	7,14	0	0
Custo	Extremamente relevante	Muito relevante	Pouco relevante	Ligeiramente relevante	Irrelevante
Frequência	12	2	0	0	0
Porcentagem	85,71	14,28	0	0	0
Reciclagem	Extremamente relevante	Muito relevante	Pouco relevante	Ligeiramente relevante	Irrelevante
Frequência	8	6	0	0	0
Porcentagem	57,14	42,86	0	0	0
Compostagem	Extremamente relevante	Muito relevante	Pouco relevante	Ligeiramente relevante	Irrelevante
Frequência	7	6	1	0	0
Porcentagem	50	42,86	7,14	0	0
Comércio/mercado	Extremamente relevante	Muito relevante	Pouco relevante	Ligeiramente relevante	Irrelevante
Frequência	7	6	1	0	0
Porcentagem	50	42,86	7,14	0	0
Tratamento alternativo	Extremamente relevante	Muito relevante	Pouco relevante	Ligeiramente relevante	Irrelevante
Frequência	4	7	3	0	0
Porcentagem	28,57	50	21,42	0	0
Usina de incineração	Extremamente relevante	Muito relevante	Pouco relevante	Ligeiramente relevante	Irrelevante
Frequência	3	5	3	3	0
Porcentagem	21,42	35,71	21,42	21,42	0
Geração de energia	Extremamente relevante	Muito relevante	Pouco relevante	Ligeiramente relevante	Irrelevante
Frequência	6	5	3	0	0
Porcentagem	42,86	35,71	21,42	0	0

Conclusão

Licenciamento ambiental	Extremamente relevante	Muito relevante	Pouco relevante	Ligeiramente relevante	Irrelevante
Frequência	8	5	1	0	0
Porcentagem	57,14	35,71	7,14	0	0
Prevenção e controle	Extremamente relevante	Muito relevante	Pouco relevante	Ligeiramente relevante	Irrelevante
Frequência	8	6	0	0	0
Porcentagem	57,14	42,86	0	0	0
Fiscalização e informação	Extremamente relevante	Muito relevante	Pouco relevante	Ligeiramente relevante	Irrelevante
Frequência	12	2	0	0	0
Porcentagem	85,71	14,28	0	0	0
Universalização dos serviços	Extremamente relevante	Muito relevante	Pouco relevante	Ligeiramente relevante	Irrelevante
Frequência	11	1	2	0	0
Porcentagem	78,57	7,14	14,28	0	0
Planejamento	Extremamente relevante	Muito relevante	Pouco relevante	Ligeiramente relevante	Irrelevante
Frequência	11	3	0	0	0
Porcentagem	78,57	21,42	0	0	0
Aterro sanitário	Extremamente relevante	Muito relevante	Pouco relevante	Ligeiramente relevante	Irrelevante
Frequência	10	3	1	0	0
Porcentagem	71,43	21,42	7,14	0	0
Logística reversa	Extremamente relevante	Muito relevante	Pouco relevante	Ligeiramente relevante	Irrelevante
Frequência	9	5	0	0	0
Porcentagem	64,28	35,71	0	0	0
Incentivo financeiro	Extremamente relevante	Muito relevante	Pouco relevante	Ligeiramente relevante	Irrelevante
Frequência	4	6	4	0	0
Porcentagem	28,57	42,86	28,57	0	0
Composição gravimétrica	Extremamente relevante	Muito relevante	Pouco relevante	Ligeiramente relevante	Irrelevante
Frequência	10	4	0	0	0
Porcentagem	71,43	28,57	0	0	0
Interação e participação	Extremamente relevante	Muito relevante	Pouco relevante	Ligeiramente relevante	Irrelevante
Frequência	8	6	0	0	0
Porcentagem	57,14	42,86	0	0	0
Comércio e articulação de compostagem	Extremamente relevante	Muito relevante	Pouco relevante	Ligeiramente relevante	Irrelevante
Frequência	4	8	2	0	0
Porcentagem	28,57	57,14	14,28	0	0

Quadro 57 – Frequência e porcentagem das respostas dadas pelos especialistas

Fonte: elaborado pelo autor.

APÊNDICE F – Matriz quadrada com todas as variáveis

Variáveis	A _c ²⁵	Co	Pe	Pv	Et	Re	Ta	Ui	As	Tp	Cp	Po	Gc	Cc	Ea	Cv	Iu	Ci	Pp	Pu	Ct	Ca	Ss	Cs	Cm	Ae	La	Pc	Fi	Us	Pl	Lr	If	Cg	Ip	Cr		
Ac																																						
Co																																						
Pe																																						
Pv																																						
Et																																						
Re																																						
Ta																																						
Ui																																						
As																																						
Tp																																						
Cp																																						
Po																																						
Gc																																						
Cc																																						
Ea																																						
Cv																																						
Iu																																						
Ci																																						
Pp																																						
Pu																																						
Ct																																						
Ca																																						
Ss																																						
Cs																																						
Cm																																						
Ae																																						
La																																						
Pc																																						
Fi																																						
Us																																						
Pl																																						
Lr																																						
If																																						
Cg																																						
Ip																																						
Cr																																						

²⁵ Ac= Acondicionamento; Co= Coleta; Pe= Ponto de coleta especial; Pv= Pontos de coleta voluntária; Et= Estação de transbordo/transporte; Re= Reciclagem; Ta= Tratamento alternativo Cp= Compostagem; Ui= Usina de incineração; As= Aterro sanitário; Tp= Terceirização/parceria; Ci= Cooperativismo; Po= População; Gc= Geração per capita; Cc= Consumo consciente; Ea= Educação ambiental; Cv= Ciclo de vida do produto; Iu= Infraestrutura urbana; Pp= Poder público; Pu= Políticas públicas; Ct= Capacitação e treinamento; Ca= Carrinheiros; Ss= Saúde e segurança no trabalho; Cs= Custo; Cm= Comercialização e mercado; Ae= Aproveitamento energético; La= Licenciamento ambiental; Pc= Prevenção e controle; Fi= Fiscalização e informação; Us= Universalização dos serviços; Pl= Planejamento; Lr: Logística reversa; If= Incentivo financeiro; Cg= Composição gravimétrica; Ip= Interação e participação; Cr= Comércio e articulação do composto gerado.

ANEXO A – Questionário de autoavaliação dos especialistas

Questionário de autoavaliação dos especialistas

Nome: _____

Tempo de trabalho (anos de experiência) _____

Caro pesquisador (a):

Com a finalidade de utilização do método de consulta a um especialista, precisamos de sua colaboração. Seus critérios são de grande valor na determinação e no refinamento dos atributos propostos para verificar a principais variáveis presentes na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos urbanos com o intuito de construir uma matriz com os fatores fundamentais para um planejamento estratégico tendo como viés a gestão e o planejamento.

A fim de determinar o domínio que você possui sobre o tema, solicitamos que responda as questões abaixo de forma mais objetiva possível.

1- Marque com um (x), a opção que corresponde ao grau de conhecimento que você possui sobre o tema, avaliando em uma escala de 1 a 10.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

2- Autoavalie o grau de influência que cada uma das fontes abaixo, teve sobre os seus conhecimentos e pontos de vista sobre o assunto.

Fontes de argumentação	Grau de influência		
	(Alto)	(Médio)	(Baixo)
Análise teóricas realizadas			
Experiência possuída			
Trabalho com autores nacionais			
Trabalho com autores internacionais			
Conhecimento do estado do problema no Brasil e no exterior			
Sua intuição			

Fonte: SANTOYO (2012)²⁶.

²⁶ SANTOYO, Alain H. **Bases teórico metodológicas para la valoración económica de bienes y servicios ambientales com base de técnicas de decisión multicriterio**. Estudio de caso: Parque Nacional Viñales, Pinar del Río, República de Cuba. Departamento de Análisis Económico Aplicado. Universidad de Alicante, España. 2012