



UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS
CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

**ANÁLISE DE SISTEMAS DE GESTÃO DE RESÍDUOS
SÓLIDOS URBANOS EM MUNICÍPIOS A PARTIR DA
EXPERIÊNCIA DAS CIDADES DE SÃO LEOPOLDO/BRASIL
E ZURIQUE/SUÍÇA**

PAMELA LISIE GHESLA

São Leopoldo, Fevereiro de 2012.

G418a

Ghesla, Pamela Lisie.

Análise de sistemas de gestão de resíduos sólidos urbanos em municípios a partir da experiência das cidades de São Leopoldo/Brasil e Zurique/Suíça / Pamela Lisie Ghesla. – 2012.

141 f. : il. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, 2012.

"Orientador: Profa. Dra. Luciana Paulo Gomes."

1. Resíduos sólidos. 2. Lixo – Eliminação – São Leopoldo (RS). 3. Lixo – Eliminação – Zurique (Suíça). I. Título.

CDU 628.4

PAMELA LISIE GHESLA

**ANÁLISE DE SISTEMAS DE GESTÃO DE RESÍDUOS
SÓLIDOS URBANOS EM MUNICÍPIOS A PARTIR DA
EXPERIÊNCIA DAS CIDADES DE SÃO LEOPOLDO/BRASIL
E ZURIQUE/SUÍÇA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil.

Orientador: Profa. Dra. Luciana Paulo Gomes

Banca examinadora: Profa. Dra. Celia Regina Granhen Tavares- UEMaringá

Profa. Dra. Suzana de Conto – UCS

Prof. Dr. Ricardo Cassel – UNISINOS/PPGEPS

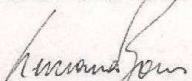
São Leopoldo, Fevereiro de 2012.

PAMELA LISIE GHESLA

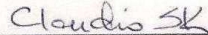
**“ANÁLISE DE SISTEMAS DE GESTÃO DE RESÍDUOS
SÓLIDOS URBANOS EM MUNICÍPIOS A PARTIR DA
EXPERIÊNCIA DAS CIDADES DE SÃO LEOPOLDO/BRASIL
E ZURIQUE/SUÍÇA”**

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Área de Concentração: Gerenciamento de Resíduos, da Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS.

Aprovada em 27 de fevereiro de 2012.




Prof. Dra. Luciana Paulo Gomes
Orientadora

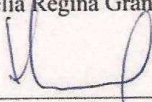


Prof. Dr. Claudio de Souza Kazmierczak
Coordenador do PPGE/UNISINOS

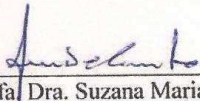
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dra. Celia Regina Granhen Tavares



Prof. Dr. Ricardo Augusto Cassel



Prof. Dra. Suzana Maria De Conto

Dedico à minha eterna vó Paulina (in
memoriam).

AGRADECIMENTOS

À Deus, primeiramente, por sempre estar ao meu lado, abençoar meus passos e colocar pessoas especiais em meu caminho.

Este trabalho só foi possível por causa de uma dessas pessoas, a Professora Luciana Paulo Gomes, que confiou em mim, acreditou nos meus planos e me encorajou a não desistir no caminho. Agradeço por todas as orientações, pelos ensinamentos passados, pela compreensão das dúvidas por mim enfrentadas, pela amizade e pela oportunidade de integrar o grupo de pesquisa do Laboratório de Saneamento Ambiental.

Aos meus pais pelo amor incondicional, paciência, estrutura e compreensão durante a vida, em especial durante os dois anos de mestrado. Ao meu irmão e cunhada, que apoiaram as minhas escolhas, me receberam com muito carinho e tornaram real minha experiência em Zurique.

Aos meus amigos pela motivação e afeto nos momentos em que precisei desabafar, matar a saudade ou apenas me distrair. Aos amigos que fiz na Suíça, pelos momentos de alegrias, descobertas e companhia.

Aos colegas e professores do mestrado de engenharia civil, com os quais dividi experiências, conhecimentos, aflições, além de criarmos laços de amizade e momentos de descontração. Aos integrantes do laboratório pelos auxílios e coleguismo.

Aos colegas e Professor Junico, da disciplina do mestrado em engenharia de produção e sistemas, que tornaram as aulas de sábado divertidas e ao mesmo tempo trouxeram novos pontos de vista sobre os assuntos estudados. Ao Professor Ricardo Cassel pela sempre pronta ajuda e cordialidade.

À Secretaria Municipal de Limpeza Pública de São Leopoldo, à empresa SL Ambiental e ao Departamento de Zurique pela disponibilização de seus dados e concessão das entrevistas.

Aos órgãos de fomento à pesquisa, Banco Santander e Laboratório de Saneamento Ambiental, pela concessão da bolsa de estudos. À banca avaliadora pela disponibilização de tempo e acréscimo de informações.

Enfim, a todos que auxiliaram de alguma maneira na realização deste trabalho.

FONTES DE FINANCIAMENTO DA PESQUISA



UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS
SINOS – UNISINOS
LABORATÓRIO DE SANEAMENTO
AMBIENTAL



BANCO SANTANDER

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	OBJETIVOS	18
2.1	OBJETIVO GERAL.....	18
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
3.1	GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS	19
3.1.1	<i>Limpeza Pública – Varrição, Capina e Roçada</i>	<i>26</i>
3.1.2	<i>Acondicionamento dos RSU</i>	<i>27</i>
3.1.3	<i>Coleta dos RSU.....</i>	<i>28</i>
	Coleta Seletiva.....	29
	Coleta Porta a Porta	30
	Postos de Entrega Voluntária – PEV	31
3.1.4	<i>Transporte dos RSU.....</i>	<i>32</i>
3.1.5	<i>Tratamentos e Disposição dos RSU</i>	<i>33</i>
	Segregação e/ou Triagem.....	33
	Reciclagem	34
	Compostagem	35
	Incineração.....	37
	Aterro Sanitário	38
3.2	MODELOS DE GESTÃO DE RSU IMPLANTADAS NO MUNDO.....	40
3.3	O MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR	47
4	MATERIAIS E MÉTODOS.....	50
4.1	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	51
4.2	ESCOLHA DAS ÁREAS DE ESTUDO.....	51
4.3	CARACTERIZAÇÃO DO TRABALHO.....	51
4.3.1	<i>Coleta de Dados</i>	<i>52</i>
4.3.2	<i>Mapeamento do Fluxo dos RSU</i>	<i>61</i>
4.3.3	<i>Análise dos dados.....</i>	<i>62</i>
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	63
5.1	SÃO LEOPOLDO.....	63
5.1.1	<i>Caracterização dos RSU de São Leopoldo.....</i>	<i>64</i>
5.1.2	<i>Caracterização da Gestão dos RSU de São Leopoldo.....</i>	<i>68</i>
	Histórico da Gestão	68
	Gestão atual – Aspectos Administrativos	69
	Etapa operacional: Acondicionamento dos RSU	71
	Etapa Operacional: Coleta e Transporte dos RSU	73
	Etapa Operacional: Triagem dos RSU	78
	Etapa Operacional: Tratamentos e Destinação Final dos RSU	82
	Etapa Operacional: Limpeza Pública	84
5.1.3	<i>Mapeamento do Fluxo de Resíduos Sólidos Urbanos em São Leopoldo.....</i>	<i>84</i>
5.2	ZURIQUE	88
5.2.1	<i>Caracterização dos RSU de Zurique</i>	<i>90</i>
5.2.2	<i>Caracterização da Gestão dos RSU de Zurique.....</i>	<i>92</i>
	Histórico da Gestão	92
	Gestão Atual – Aspectos Administrativos	94
	Etapa operacional: Segregação dos RSU	96
	Etapa operacional: Acondicionamento dos RSU	97
	Etapa Operacional: Coleta e Transporte dos RSU	99
	Etapa Operacional: Tratamentos e Destinação Final dos RSU	107
	Etapa Operacional: Limpeza Pública	111

5.2.3	<i>Mapeamento do Fluxo de Resíduos Urbanos em Zurique</i>	113
5.3	COMPARAÇÃO ENTRE OS SISTEMAS DE GESTÃO EM SÃO LEOPOLDO E ZURIQUE.....	116
5.4	PROPOSIÇÃO DE AÇÕES	118
6	CONCLUSÃO	120
6.1	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	123
6.2	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	123
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	124
	APÊNDICES	131

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Fatores que influenciam na composição dos RSU	20
Tabela 2 - Faixas mais utilizadas para estimar a geração <i>per capita</i> de RSU em cidades brasileiras.....	21
Tabela 3 - Diferença entre gestão e gerenciamento.....	22
Tabela 4 - Formas de execução da limpeza pública pelos municípios.....	25
Tabela 5 - Padronização dos postos de entrega voluntária.....	31
Tabela 6 - Comparação entre o sistema de aterro sanitário e incineração.....	39
Tabela 7 - Roteiro da entrevista aplicada aos gestores municipais	56
Tabela 8 - Roteiro da entrevista realizada à empresa contratada pela Prefeitura de São Leopoldo.....	59
Tabela 9 - Composição gravimétrica dos RSU de São Leopoldo	65
Tabela 10 - Composição dos RSU da Coleta Seletiva de São Leopoldo	67
Tabela 11 - Materiais comercializados pelas cooperativas em 2011/01	80
Tabela 12 - Caracterização quantitativa dos RSU em Zurique	91
Tabela 13 - Classificação dos RSU em Zurique de acordo com sua destinação.....	97
Tabela 14 - Cronograma da coleta dos RSU em contêineres	102
Tabela 15 - Cronograma da coleta de papel e papelão porta a porta.....	104

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fatores que influenciam na qualidade de vida.....	14
Figura 2 - Modelo de sistema sustentável de gestão de resíduos	23
Figura 3 - Municípios por região em que existem iniciativas de coleta seletiva.....	30
Figura 4 - Resumo da gestão em Belo Horizonte.....	41
Figura 5 - Recipientes com sistema de sucção pneumática.....	42
Figura 6 - Resumo da gestão em Barcelona	43
Figura 7 - Caminhão coletor de resíduos recicláveis.....	44
Figura 8 - Resumo da gestão em São Francisco.....	45
Figura 9 - Container da coleta automatizada.....	46
Figura 10 - Resumo da gestão em Porto Alegre.....	47
Figura 11 - Metodologia de trabalho	50
Figura 12 - Etapas metodológicas do trabalho	52
Figura 13 - Simbologia do Mapeamento de Fluxo dos RSU.....	61
Figura 14 - Localização de São Leopoldo, Brasil.	63
Figura 15 - Composição gravimétrica dos RSU (total).....	66
Figura 16 - Acondicionamento dos resíduos em frente a uma residência em São Leopoldo...	72
Figura 17 - Acondicionamento dos resíduos em sacolas plásticas e colocados na frente de uma residência em São Leopoldo diretamente no solo, sem uma lixeira que proteja o material até a coleta.....	72
Figura 18 - Contêiner recolhido em São Leopoldo em consequência da depredação	72
Figura 19 - Fluxograma representando o sistema de coleta dos RSU em São Leopoldo.....	73
Figura 20 - Colaboradores em suas atividades de coleta.....	77
Figura 21- Caminhão do tipo compactador utilizado na coleta regular dos resíduos.....	78
Figura 22 - Caminhão do tipo baú utilizado na coleta seletiva dos resíduos.....	78
Figura 23 - Triagem dos resíduos na cooperativa Cooperesíduos.....	79
Figura 24 - Foto Aérea das lagoas de tratamento do Aterro de São Leopoldo e entorno	83
Figura 25 - Mapeamento do Fluxo de RSU em São Leopoldo	85
Figura 26 - Localização de Zurique, Suíça.....	89
Figura 27 - Composição gravimétrica dos RSU de Zurique	92
Figura 28 -Embalagem Züri-Sack.	98
Figura 29 - Fluxograma representando o sistema de coleta dos RSU em Zurique	99
Figura 30 - Contêiner para os Züri-Sack	100
Figura 31 - Contêiner de subsolo utilizado em Zurique	100
Figura 32 - Caminhão do tipo compactador utilizado na coleta dos RSU em Zurique.....	103
Figura 33 -PEV – Contêineres existentes em Zurique	105
Figura 34 -Composteiras caseiras.....	108
Figura 35 - Sede administrativa do ERZ e usina de incineração Hagenholz.	109
Figura 36 - Áreas abastecidas pelo sistema de aquecimento Zürich-Wärme	110
Figura 37 - Caminhão do tipo City Cat realizando a limpeza pública de Zurique.....	112
Figura 38 - Mapeamento do Fluxo de RSU em Zurique	114

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Destino final dos resíduos sólidos gerados no Brasil ao longo dos anos.....	15
Quadro 2 - Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos em Belo Horizonte	40
Quadro 3 - Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos em Barcelona.....	42
Quadro 4 - Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos em São Francisco	44
Quadro 5 - Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos em Porto Alegre	46
Quadro 6 - Cronograma da Coleta Regular e Seletiva de São Leopoldo	75
Quadro 7 - Comparação geral entre São Leopoldo e Zurique	115

LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CT	Central de Triagem
DMLU	Departamento Municipal de Limpeza Urbana
EPA	Environmental Protection Agency
ERZ	Entsorgungund Recycling Zürich
ETH	Eldgenössische Technische Hochschule Zürich
FEPAM	Fundação Estadual de Proteção Estadual Henrique Luis Roessler
GIRSU	Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
IPTU	Imposto Predial e Territorial Urbano
ISO	International Organization for Standardization
MFV	Mapeamento do Fluxo de Valor
NBR	Norma Brasileira Registrada
ONG	Organização Não Governamental
PCB	Bifenilas Policloradas
PEV	Postos de Entrega Voluntária
PET	Politereftalato de etileno
PIB	Produto Interno Bruto
PNSB	Pesquisa Nacional de Saneamento Básico
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SELIMP	Secretaria Municipal de Limpeza Pública
SEMMAM	Secretaria Municipal de Meio Ambiente
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
TED	Tiefbau und Entsorgungsdepartement
UN-HABITAT	United Nations Human Settlements
kg	Quilograma
t	Tonelada
km	Quilometro
MWh	Megawatt-hora
pH	Potencial de Hidrogênio
R\$	Real
US\$	Dólar
SFr	Franco Suíço
°C	Grau Celsius

RESUMO

GHESLA, P.L. **Análise de sistemas de gestão de resíduos sólidos urbanos em municípios a partir da experiência das cidades de São Leopoldo/Brasil e Zurique/Suíça.** São Leopoldo, 2012. 141 folhas. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Unisinos, São Leopoldo. 2012.

O papel das administrações municipais na gestão dos resíduos sólidos gerados pelas comunidades tem se mostrado complexo e muitas vezes ineficiente, em razão da execução dos serviços de maneira emergencial e constantes mudanças em sua estrutura. Ciente das dificuldades do poder público em realizar a gestão de forma a atender os aspectos técnicos, ambientais e financeiros, o presente trabalho baseou-se no estudo de caso de São Leopoldo (Brasil) e Zurique (Suíça). O objetivo foi analisar a gestão dos resíduos sólidos urbanos nas duas cidades, propondo ações de intervenção e que auxiliem os gestores em suas decisões. Através das informações coletadas em entrevistas aplicadas aos órgãos responsáveis de cada cidade, foram caracterizadas as operações gerenciais, sendo criado um Mapeamento de Fluxo de Resíduos para visualização dos dados e comparação dos sistemas. Foi possível perceber que, apesar de São Leopoldo e Zurique possuírem semelhança em área territorial, executam a gestão de seus resíduos de formas distintas. Constatou-se positivamente que os dois municípios possuem coleta seletiva e destinam adequadamente seus resíduos, porém a qualidade dos processos em São Leopoldo é inferior a Zurique, acarretando em menor volume de materiais reinseridos na cadeia de produção e aumentando o volume de resíduos enviado ao aterro sanitário. Em contrapartida, o modelo de gestão de Zurique é mais oneroso, principalmente em relação à incineração, mas seu sistema de cobrança e comercialização de energia acaba envolvendo mais a população e custeando as operações. A pesquisa revelou pontos que podem ser melhorados nas duas cidades, o que pode servir futuramente de base de informações para outros municípios. Também auxiliou no entendimento de que cada etapa gerencial possui suas particularidades, que devem ser planejadas e controladas, pois a qualidade final da gestão é alcançada com base no somatório de todas as operações.

Palavras-chave: Gestão; Resíduos Sólidos Urbanos; Municípios.

ABSTRACT

GHESLA, P.L. Management analysis of municipal solid waste in cities from the experience of the cities of São Leopoldo / Brazil and Zurich / Switzerland. São Leopoldo, 2012. 141 folhas. Dissertação (Master Degree in Civil Engineering) – Postgraduate Civil Engineering Program, Unisinos, São Leopoldo.

The role of municipalities in the solid waste management currently generated by the communities, has proved complex and often inefficient when the chosen model is executed in an emergency way or when constant changes happen. Aware about the difficulties faced by municipalities in implement the management attending the technical, environmental and financial features, this paper was based on a case study of Sao Leopoldo (Brazil) and Zurich (Switzerland). The objective was to analyze the municipal solid waste management in the two cities, proposing actions and interventions that assist managers in their decisions. Using the informations collected in interviews applied to responsible agencies, each operational step was characterized, was also created a Waste Stream Mapping for data visualization and comparison of systems. The results allowed seeing even that Sao Leopoldo and Zurich have similar area, they have different system for solid waste management. It was noted positively that the two municipalities have selective collection and send their waste to final destination properly, but the quality of processes in Sao Leopoldo is lower than Zurich, resulting in a smaller volume of material re-inserted in the chain of production and increasing the volume of waste sent to landfill. In other way, the management model of Zurich is more expensive, especially about incineration, but the billing system and energy trading involves the people and pay the operations. The research showed some points that can be improved in the two cities, which can be on future a basis for other municipalities. It also supported the understanding that each step has its management peculiarity, that must be planned and controlled, because the final quality of management is attained by all operations together.

Keywords: management, municipal solid waste; municipalities.

1 INTRODUÇÃO

A geração de resíduos sólidos faz parte do cotidiano da população desde a antiguidade. Uma vez que a maioria dos resíduos gerados era putrescível, sendo decomposto naturalmente, eles não representavam um grande impacto ambiental. Além disso, as pessoas dispunham de poucos recursos materiais, o desperdício era menor e as embalagens costumavam ser reutilizadas.

Com o passar dos anos, principalmente após a Revolução Industrial, a absorção natural dos resíduos passou a ser insuficiente para assimilar todo o volume gerado, surgindo assim a necessidade de gestão por parte do poder público.

Percebeu-se uma forte relação entre a gestão dos resíduos e a saúde pública da população, pois quando ela é falha, podem ocorrer consequências como a contaminação da água, do solo e presença de vetores transmissores de doenças. É possível encontrar exemplos de casos extremos nos quais a inexistência de manejo adequado dos resíduos resultou em mortes de populações inteiras na Europa devido a peste bubônica.

Segundo Grippi (2006) estatísticas indicam, conforme a Figura 1, que após o estilo de vida, o meio ambiente é o primeiro fator de maior importância para que um indivíduo ultrapasse os 65 anos de idade. Sendo assim, é reforçada a idéia de que a harmonia dos seres humanos com a natureza é fundamental para que se viva mais e melhor.

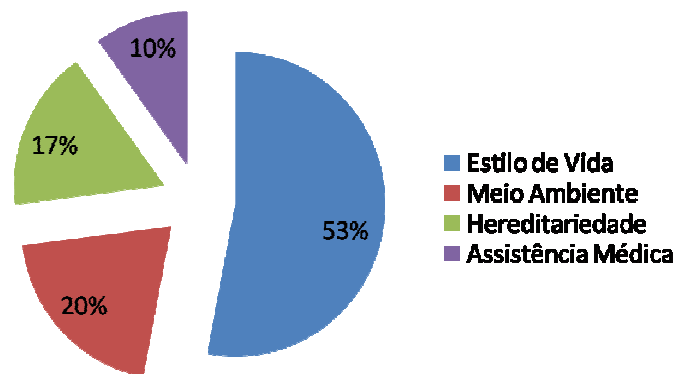


Figura 1 - Fatores que influenciam na qualidade de vida
Fonte: Grippi, 2006.

Sob o ponto de vista ambiental, a gestão dos resíduos pode atuar na reintegração dos materiais descartados novamente no ciclo industrial. Dessa forma, economiza-se matéria-

prima e diminui-se o volume de resíduos enviado à destinação final, além de preservar ou diminuir os impactos causados ao solo, corpos hídricos e ar.

No Brasil, segundo Aguiar e Philippi Jr. (2005), os problemas relacionados aos Resíduos Sólidos Urbanos - RSU se agravaram de forma particularmente intensa nas grandes cidades entre as décadas de 1940 e 1970, pois a infra-estrutura urbana física e de prestação de serviços públicos não conseguiu acompanhar o ritmo do crescimento da população urbana.

De acordo com a Lei Federal Nº 11.445 (BRASIL, 2007), o serviço de limpeza urbana é composto pela coleta, transporte, tratamento e destinação final dos resíduos sólidos urbanos, além dos serviços de capina e varrição de logradouros públicos. A gestão dos RSU é de competência dos municípios, que deve realizá-la com máxima qualidade e economicidade, respeitando a legislação trabalhista, sanitária e ambiental vigentes.

É possível perceber que o serviço de limpeza pública no país ainda é precário, em alguns municípios parte dos resíduos gerados acaba tendo um destino incerto ou a gestão resume-se apenas na etapa de coleta. Por esta razão, ao contrário da maioria dos países da Europa, que investem em tratamentos e redução ao mínimo da prática de aterragem, o Brasil ainda busca aumentar seu número de aterros sanitários, como se pode perceber no Quadro 1.

Quadro 1 - Destino final dos resíduos sólidos gerados no Brasil ao longo dos anos.

Ano	Destino final dos resíduos sólidos, por unidade de destino dos resíduos (%)		
	Vazadouro a céu aberto	Aterro Controlado	Aterro Sanitário
1989	88,2	9,6	1,1
2000	72,3	22,3	17,3
2008	50,8	22,5	27,7

Fonte: PNSB (2008).

Com a aprovação da Política Nacional de Resíduos Sólidos - Lei Nº 12.305 (BRASIL, 2010), ficou estabelecido de maneira ampla os princípios, os objetivos e as diretrizes aplicáveis à gestão integrada e ao gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos. Ela determina as responsabilidades dos geradores e do poder público, fornece incentivos fiscais e financeiros às instituições que promovam a reutilização e a reciclagem, além de dar prioridade ao recebimento de recursos federais àqueles que aderirem ao Programa Nacional de Resíduos Sólidos.

Esta lei implica também em mudanças nos sistemas de gestão dos RSU adotados até agora no Brasil, sendo que os municípios terão até 2014 para implementar um plano de manejo dos resíduos em conformidade com as novas diretrizes.

Em razão da responsabilidade transferida às prefeituras, a gestão dos RSU pode ser realizada de diversas maneiras. Raramente os processos são idênticos, alguns locais, por exemplo, não consideram no volume total os valores dos resíduos comerciais, outros incluem apenas os institucionais. As diferenças ocorrem também nos métodos utilizados e nas classificações dos resíduos. De acordo com o Un-Habitat (2010), a variação ocorre mundialmente, sendo que os municípios acumulam experiências e tentativas diferentes de execução na gestão de seus RSU.

A fragilidade da gestão dos resíduos sólidos no Brasil é evidente na contratação emergencial dos serviços de limpeza, ainda mais quando ela é politicamente confortável, pois as ações não são estudadas previamente e não abrangem um ciclo reverso de resíduos. Os serviços realizados de forma emergencial atuam quando o problema já está estabelecido, na maioria das vezes resume-se apenas em afastar os resíduos da população.

A gestão dos resíduos pode ser afetada também em épocas de mudanças de administração e renovações contratuais, sendo que um aterro sanitário pode se transformar em um lixão em questão de dias, ou um programa de coleta seletiva executado há anos pode acabar repentinamente, por exemplo.

Algumas prefeituras possuem dados estatísticos bastante deficientes, além de dificuldade ou até mesmo ausência de apresentação das informações relacionadas a gestão dos RSU. Outras possuem sistemas de tratamento dos resíduos que exigem grande parte da arrecadação tributária municipal, causando desequilíbrio entre as despesas e as receitas.

Segundo o Un-Habitat (2010), o sistema de gestão dos resíduos pode ser comparado à saúde de um indivíduo, a qual não é percebida até que surjam problemas. Os autores acrescentam que a tarefa em escolher as melhores estratégias, que garantam o custo e a eficiência das operações é um dos principais desafios atuais de um governo, pois requer abrangente avaliação sistemática e nem sempre a intenção planejada condiz posteriormente com a realidade.

Em contrapartida, os municípios possuem a disposição diversos métodos para aumentar a taxa de reciclagem existente, reduzir os custos para os cofres públicos e preservar os recursos naturais.

A atenção ao tema não deve ser apenas dos governantes, mas também da população e do meio científico e acadêmico, por meio de estudos e pesquisas atuais. Percebem-se diversos trabalhos que se ocupam somente com estratégias de tratamento ou

destinação final dos resíduos, mas mudanças na gestão interferem diretamente nessas etapas seguintes, sem contar que é de grande representatividade no cotidiano do homem.

Em virtude desses fatos e partindo da premissa de que ao contrário de outros sistemas, como de abastecimento de água ou de energia, a gestão dos RSU não envolve tratamento meramente técnico e orçamentário, se justifica o presente trabalho.

Serão analisadas maneiras distintas, em países também distintos, de se exercer a gestão dos resíduos sólidos urbanos, além de propor melhorias. Para isto, serão utilizados dados fornecidos pelas secretarias responsáveis pela gestão de RSU das cidades de São Leopoldo (Rio Grande do Sul, Brasil) e Zurique (Cantão de Zurique, Suíça).

Para auxiliar no entendimento das informações, o Mapeamento do Fluxo de Valor – MFV servirá como base para a criação de um novo fluxograma, adaptando algumas simbologias. Assim também será possível realizar uma comparação entre as gestões dos RSU existentes nas duas cidades.

Além deste capítulo introdutório, esta dissertação é composta de mais cinco capítulos divididos da seguinte forma: o capítulo 2 apresenta o objetivo geral e os objetivos específicos da pesquisa; o capítulo 3 aborda a revisão bibliográfica dos principais temas relacionados com o trabalho, principalmente aqueles relacionados à gestão dos RSU; no capítulo 4 o método de pesquisa é descrito; o capítulo 5 apresenta os resultados obtidos em São Leopoldo e em Zurique, assim como a análise, discussão e proposição de ações baseados em todos os dados; e o capítulo 6 apresenta as conclusões obtidas com esta pesquisa e as recomendações para trabalhos futuros. Por fim, serão apresentadas as referências utilizadas e informações complementares em forma de anexo.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar e propor ações de intervenção para a gestão de resíduos sólidos urbanos nos municípios de São Leopoldo e Zurique.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos são:

- Caracterizar a gestão dos resíduos sólidos urbanos implantados e em operação nos municípios estudados;
- Elaborar um mapeamento de todo fluxo de resíduos, baseado na ferramenta Mapeamento do Fluxo de Valor, para visualização das informações de gestão dos municípios estudados;
- Comparar a gestão de RSU implementadas em São Leopoldo e em Zurique;

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A revisão bibliográfica deste trabalho inicia pelos conceitos de gestão dos resíduos sólidos urbanos e as operações que a compõe. A revisão aborda os temas de uma maneira geral, mas foca principalmente as etapas que se referem aos municípios estudados na pesquisa. Apresenta também alguns exemplos de gestão no mundo e a ferramenta Mapeamento do Fluxo de Valor, a qual servirá como base de fluxograma nesse trabalho.

3.1 GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

A classificação de resíduos sólidos varia entre os diferentes países e nas diversas literaturas. No Brasil, a norma técnica NBR 10.004 (ABNT, 2004) os classifica conforme o potencial risco ao meio ambiente e a saúde pública. Para os autores Aguiar e Philippi Jr.(2005), os resíduos também podem ser classificados pela sua natureza física (seco ou molhado), composição química (matéria orgânica putrescível e matéria inorgânica), grau de biodegradabilidade, grau de reciclagem ou pela sua origem.

Provavelmente, a classificação mais empregada aos resíduos seja quanto a sua origem. Jardim (2010) divide os resíduos sólidos em: Domiciliar, Comercial, Público (varrição, poda e capina), de Saúde, de Transporte, Industrial, Agrícola e de Construção Civil. Alguns autores consideram a existência de outra categoria, a dos Resíduos Sólidos Urbanos – RSU (utilizada no presente trabalho), que engloba os resíduos sólidos domésticos, comerciais e públicos, referido também no Art. 13 da Lei 12.305 (Política Nacional de Resíduos Sólidos).

Os Resíduos Sólidos Urbanos são compostos principalmente por matéria putrescível, papel, plásticos, metais, vidros, entre outros materiais. Eles variam em sua composição de acordo com a época de geração, com o poder aquisitivo da população, com a cultura e com fatores climáticos. Em cidades maiores e mais industrializadas, por exemplo, o conteúdo em plásticos é bem mais alto que em outras cidades, mostrando a influência do tipo de sociedade na geração de resíduos (AGUIAR; PHILIPPI Jr, 2005). A Tabela 1 apresenta esses fatores e os relaciona com a influência que eles trazem para a geração de RSU.

Tabela 1 – Fatores que influenciam na composição dos RSU

FATORES		INFLUÊNCIA
Climáticos	Chuvas	Aumento do teor de umidade.
	Outono	Aumento da quantidade de folhas.
	Verão	Aumento da quantidade de embalagens de bebidas.
Épocas Especiais	Feriados	Aumento da quantidade de embalagens.
	Férias	Redução ou aumento populacional, dependendo se o local for turístico ou não.
Demográficos	População urbana	Quanto maior a população urbana, maior a geração <i>per capita</i> .
Socioeconômicos	Nível cultural	Quanto maior o nível cultural, maior a incidência de materiais recicláveis e menor a incidência de matéria orgânica.
	Poder aquisitivo	Maior consumo de supérfluos perto do recebimento de salário (fim e início do mês). Maior consumo de supérfluos nos finais de semana.
	Desenvolvimento tecnológico	Introdução de materiais cada vez mais leves, reduzindo o valor do peso específico aparente dos resíduos.
	Promoção de lojas comerciais e lançamento de produtos	Aumento de embalagens.
	Campanhas ambientais	Redução da proporção de resíduos não biodegradáveis e aumento dos biodegradáveis.

Fonte: Monteiro et al. (2001)

A determinação da composição gravimétrica dos RSU ajuda a definir as operações posteriores, pois se sabe qual o tipo e qual a massa do material. Gomes e Povinelli (1991) verificaram ainda que a composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos de um município pode servir como base para comunidades onde ainda não tenha se realizado, desde que sejam municípios com características semelhantes.

Outra informação importante é a geração *per capita* dos RSU, o cálculo é realizado utilizando-se os dados da quantidade gerada diariamente e o número de habitantes do local. A faixa média mais utilizada no Brasil é de 0,5 a 0,8 kg/hab/dia. Quando não há dados precisos, a geração *per capita* pode ser estimada de acordo com a Tabela 2 (MONTEIRO et al, 2001).

Tabela 2 – Faixas mais utilizadas para estimar a geração *per capita* de RSU em cidades brasileiras

TAMANHO	POPULAÇÃO (Habitantes)	GERAÇÃO PER CAPITA (kg/hab/dia)
Pequena	Até 30.000	Até 0,5
Média	De 30.000 a 500.000	De 0,5 a 0,8
Grande	De 500.000 a 5.000.000	De 0,8 a 1,0
Megalópole	Acima de 5.000.000	Acima de 1,0

Fonte: Monteiro et al., 2001

Antes de discorrer-se sobre os métodos e técnicas operacionais empregados nos municípios é preciso definir e diferenciar dois termos de interesse: gestão e gerenciamento de resíduos sólidos.

Gomes (2010) define gestão de resíduos sólidos como as ações referentes à tomada de decisões políticas e estratégicas, além de relacionar fatores institucionais, operacionais, financeiros, sociais e ambientais envolvidos desde a geração ao destino final dos resíduos gerados pela população. Já o gerenciamento refere-se exclusivamente às atividades técnicas envolvidas com os processos que são implementados para atender e cumprir a legislação específica que trata de resíduos sólidos, obtendo resultados que evitem ou minimizem impactos ambientais.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010) define “gerenciamento de resíduos sólidos” como um conjunto de ações exercidas 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 o plano municipal de gestão integrada dos resíduos sólidos exigido na própria lei. A “gestão integrada” é o 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.

Taguchi (2010) resumiu as informações em uma tabela (Tabela 3), a fim de simplificar as diferenças entre gestão e gerenciamento.

Tabela 3 – Diferença entre gestão e gerenciamento

GESTÃO	GERENCIAMENTO
O que fazer	Como fazer
Tomada de decisões	Procedimentos operacionais e tecnológicos
Planejamento, definição de objetivos, estabelecimento de metas, controle e avaliação de desempenho	Ações que visam implementar e operacionalizar os objetivos estabelecidos pela gestão
Políticas, Instrumentos e meios	Gerência, indicadores de desempenho

Fonte: Taguchi (2010).

A gestão inadequada dos resíduos sólidos urbanos pode resultar em riscos para a qualidade de vida das comunidades, criando, ao mesmo tempo, problemas de saúde pública, pois, oferecem alimento e abrigo para muitos vetores de doenças. Dentre as doenças mais comuns associadas aos resíduos, podem ser citadas a febre tifóide e paratifóide, a salmonelose, a giardíase, a ascaridíase, o cólera, a dengue, a leptospirose e inúmeras doenças intestinais (PEREIRA NETO, 1999). A decomposição dos resíduos e a formação de lixiviados podem levar à contaminação do solo e de águas subterrâneas e superficiais, além de prejudicar os aspectos social, estético, econômico e administrativo envolvidos.

A gestão dos resíduos sólidos nas áreas urbanas se baseou, historicamente, na coleta e no afastamento dos mesmos. Ao longo do tempo, as administrações municipais ou locais equivalentes passaram a prestar esse serviço, que segundo Grippi (2006) cria muitas vezes na população a sensação que os resíduos simplesmente desaparecem das cidades. O Un-Habitat (2010) acrescenta que nos anos 70, a gestão dos resíduos sólidos era vista apenas como uma técnica, um problema para soluções de engenharia. Este pensamento foi se modificando durante os anos 80 e na década de 90 os departamentos de limpeza das prefeituras viram que a gestão é impossível de ser realizada sem a participação e cooperação dos usuários, ao passo que todas as partes interessadas precisam estar em sintonia.

Mesquita Jr. (2007) afirma que a gestão de resíduos extrapola os limites da administração pública, ela considera o aspecto social como parte integrante do processo e tem como ponto forte a participação não apenas do primeiro setor (o setor público), mas também do segundo (o setor privado) e do terceiro setor (as organizações não-governamentais), que envolvem desde a fase dedicada a pensar o modelo de planejamento e a estabelecer a estratégia de atuação, passando pela forma de execução até a implementação dos controles.

A Figura 2 representa um modelo desenvolvido pelo Un-Habitat de sistema de gestão sustentável, que envolve todas as partes interessadas, aspectos abordados e elementos tecnológicos.

Gestão Integrada Sustentável de Resíduos Sólidos

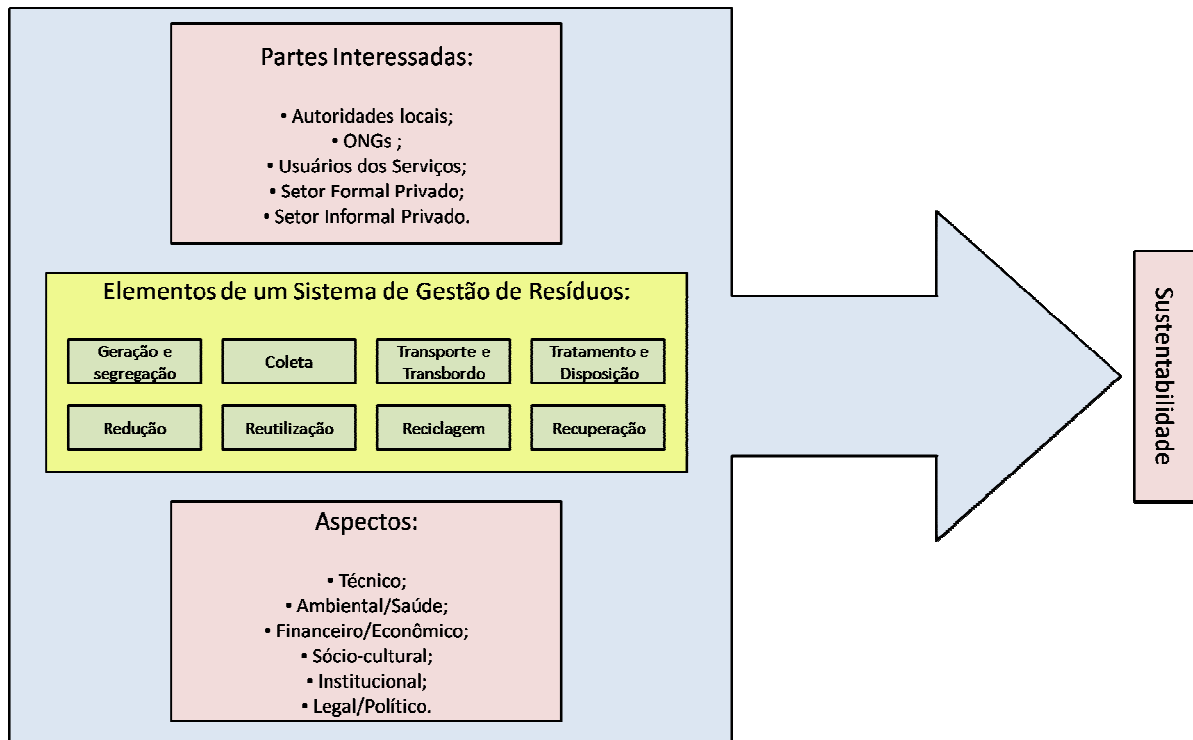


Figura 2–Modelo de sistema sustentável de gestão de resíduos

Fonte: Un-Habitat, 2010

A hierarquia dos princípios de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos (GIRSU) é baseada no que se denomina de Quatro R's: Redução, Reutilização, Reciclagem e Recuperação (GRIPPI, 2006), e deve ser capaz de satisfazer as necessidades do sistema a curto e médio prazo. Aguiar e Phillipi Jr. (2005) relatam que a prevenção, em matéria de resíduos, deve permanecer como prioridade, seguida pelo reaproveitamento e, finalmente, pela eliminação segura dos resíduos.

Consequentemente, um GIRSU executado sob esse enfoque prioriza a minimização dos resíduos na fonte, diminuindo a quantidade de resíduos gerados, enquanto as demais tecnologias de gestão se aplicam ao resíduo efetivamente gerado.

Por outro lado, para Miliute e Staniskis (2010), o tratamento de uma determinada quantidade de resíduos é a principal função de um sistema de gestão de resíduos, eles afirmam que os sistemas secundários, como a produção de calor e a geração de energia (por meio de incineração ou digestão), produção de materiais reciclados e decomposição de resíduos biológicos visam a substituir materiais virgens ou combustíveis fósseis.

A gestão dos resíduos sólidos urbanos deve respeitar cada situação particular da administração municipal. Enquanto um aterro sanitário projetado com determinada tecnologia é facilmente realizado em um país, o mesmo pode ser improvável em outro país, simplesmente porque este não possui espaço e áreas adequadas para a implantação. Outro exemplo é um incinerador moderno, ele não será eficiente em um país onde a maior parte de resíduos é putrescível, além de exigir alto controle de poluição do ar, geralmente encontrado somente em cidades que possuem recursos financeiros.

As prefeituras, principalmente de municípios com baixa e média renda, não devem se deixar influenciar por tecnologias pouco conhecidas, pois é uma decisão arriscada para um local onde a garantia de coleta, tratamento e destinação correta ainda é um desafio (UN-HABITAT, 2010). Estes são alguns fatores que devem ser levados em consideração quando um sistema de gestão é planejado.

A constituição federal brasileira prevê a proteção do meio ambiente e o combate à poluição por meio da oferta de saneamento básico a todos os cidadãos. Também deixa a cargo dos municípios legislarem sobre os assuntos de interesse local e de organização dos serviços públicos (ZANTA; FERREIRA, 2003). Segundo a Federal Lei N°12.305, os serviços executados devem ser compostos pelas seguintes atividades:

- I. Coleta, transbordo e transporte dos resíduos;
- II. Triagem para fins de reuso ou reciclagem, tratamento e disposição final dos rejeitos;
- III. Varrição, capina e poda de árvores em vias e logradouros públicos e outros eventuais serviços pertinentes à limpeza pública urbana.

Em geral, os serviços de limpeza pública podem ser executados pelo próprio Poder Público de forma direta ou indireta, a qual é concretizada pela via da delegação, abrangendo a delegação legal e a contratual (MESQUITA Jr, 2007). O Poder Público poderá adotar, ainda, a gestão associada (Tabela 4).

Tabela 4 – Formas de execução da limpeza pública pelos municípios

FORMAS DE EXECUÇÃO	CONCRETIZAÇÃO DAS FORMAS DE EXECUÇÃO
Direta	Poder Público (por si só) ou Órgão, Departamento, etc.
Indireta (delegação)	Delegação Legal (Autarquia, empresa pública ou sociedade de economia mista)
	Delegação Contratual (Concessão, parceria público-privada, permissão ou terceirização)
Gestão associada (Consórcio Público ou Convênio de Cooperação)	Contrato de Programa

Fonte: Mesquita Jr. (2007)

É importante ressaltar que a prestação do serviço público, seja ele de qualquer natureza, por um particular, deve ser objeto de regulação por parte da prefeitura, que organize e institua regras para determinados serviços públicos. Ou seja, apesar do serviço estar sendo efetuado por um terceiro, é de responsabilidade do município monitorar os padrões de qualidade, impactos socioambientais, direitos e obrigações dos usuários e responsáveis por sua oferta e prestação. É preciso também fiscalizar a política e o sistema de cobrança, inclusive a fixação, reajuste e revisão do valor das tarifas e outros preços públicos (MESQUITA Jr., 2007).

De acordo com o mesmo autor, no aspecto econômico da gestão dos resíduos sólidos urbanos, para se alcançar o equilíbrio é necessário:

- Definir o orçamento municipal para o setor de resíduos sólidos;
- Criar e implementar uma taxa de coleta de resíduos sólidos;
- Utilizar responsabilmente os recursos captados/recebidos.

Demajorovic (1996) relata que os custos e despesas envolvidos na gestão dos resíduos sólidos urbanos normalmente estão inseridos nos impostos, como o Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU). Neste sistema de arrecadação as taxas não consideram os custos variáveis (como quantidade ou toxicidade dos resíduos) e talvez não possam ser suficientes.

Callan e Thomaz (2004) estudaram o efeito da política de cobranças de tarifas pela disposição dos resíduos, por parte da administração pública, e apontaram que os municípios que adotaram taxas mais altas apresentaram decréscimo no volume final de resíduos. Essa constatação, segundo os autores, pode significar que os geradores passaram a

usar uma estratégia de redução na fonte, mas também pode significar que a taxa de geração é a mesma, mas os geradores passaram a reciclar mais seus resíduos. A terceira hipótese é de que eles mantiveram a mesma taxa de geração e de reciclagem, mas passaram a dispor alguns de seus materiais de maneira irregular.

A gestão deve ser analisada como um todo, mas observando cada etapa operacional que a compõe. A seguir serão abordadas as etapas da gestão dos resíduos sólidos urbanos estudados neste trabalho.

3.1.1 Limpeza Pública – Varrição, Capina e Roçada

A limpeza pública constitui um conjunto de atividades que têm o objetivo de manter a cidade limpa (AGUIAR; PHILIPPI JR., 2005). Entre as atividades de limpeza, pode-se citar a varrição de vias públicas e a remoção dos resíduos resultantes, a limpeza de praças, parques e monumentos públicos, a limpeza de galerias de drenagem de águas pluviais e bocas-de-lobo, a capinação e roçagem de vias e logradouros públicos, a limpeza de praias e a coleta dos resíduos urbanos (abordado no tópico da etapa operacional de coleta).

Segundo a NBR 12.980 (ABNT 1993) varrição é o ato de varrer vias, calçadas, sarjetas, escadarias e logradouros públicos, em geral pavimentados, podendo ser manual ou mecânica; equipe de varrição é aquela formada por um certo número de operários, responsável pela varrição ou conservação de um roteiro, que é a descrição detalhada do caminho a ser percorrido por dia de trabalho.

As atividades de varrição e conservação de ruas, praças e avenidas evitam acúmulos excessivos de folhas de árvores e outros materiais em locais públicos. Elas são de fundamental importância para a manutenção dos centros urbanos e exercem influência na estética, na saúde pública e na qualidade de vida de seus habitantes.

É importante que o planejamento de limpeza urbana seja bem dimensionado, tanto em equipamentos quanto em número de pessoas. Para a produtividade, empregada no cálculo da formação das equipes manuais, utiliza-se geralmente a extensão linear que um gari é capaz de varrer.

De acordo com Nogueira e Mesquita (2001) a precisão do cálculo para limpeza urbana, pode variar de acordo com o tipo de vegetação nas vias, a densidade de arborização, o material construtivo de passeio, intensidade do fluxo de pedestre e do tráfego, tipo de ocupação do terreno (residencial, comercial ou industrial), utensílios empregados, clima e padrão desejado, entre outros. Os mesmos autores, por exemplo, definiram como

produtividade mínima para varrição, para o município de Belo Horizonte, o valor de 1 km de sarjeta/gari/dia. Já Zepeda (1994) apresentou média de 2 km a 4 km de sarjeta/gari/dia para a maioria das cidades latino-americanas.

Na limpeza chamada “especial” são realizadas as atividades preventivas, ou as intervenções específicas em função, por exemplo, de feiras e eventos em áreas públicas ou de ocorrência de enchentes com o carreamento de terra, entulho e outros resíduos sólidos para os leitos das vias.

3.1.2 Acondicionamento dos RSU

O acondicionamento dos resíduos é a primeira etapa de um sistema de gestão, sendo realizada pela população, que participa diretamente dessa operação. Porém Parra et al. (2000) lembra que a municipalidade deve implantar algumas ações de regulamentação, educação e fiscalização do acondicionamento. A Lei N° 12.305 (BRASIL, 2010) define a responsabilidade por parte da população em acondicionar de forma adequada o seu resíduo e separá-lo em caso de coleta seletiva.

A maneira de acondicionamento pode ser influenciada pelo tipo de coleta existente em cada município (seletiva, regular ou de entrega voluntária). Se existe intenção de reciclagem dos resíduos, o acondicionamento é fundamental, pois evita que os materiais sejam misturados e eventualmente contaminados. Já o acesso às residências o tipo de transporte e o tempo de espera podem definir os recipientes de deposição dos resíduos.

As alternativas de acondicionamento devem obedecer às normas específicas, tais como horário de colocação na calçada, quantidade máxima de volume permitida e tipo de embalagem, dependendo também da regulamentação municipal. O acondicionamento correto é importante porque contribui para evitar a proliferação de vetores, problemas como maus odores, estéticos e relacionados ao bem-estar (AGUIAR; PHILIPPI Jr, 2005).

Os recipientes devem atender às condições sanitárias, ter capacidade de conter os resíduos durante o intervalo entre uma coleta e outra, permitir uma coleta rápida e possibilitar uma segura manipulação por parte da equipe de trabalho. No Brasil, os recipientes mais comuns utilizados são os sacos plásticos ou de papel, caixas empilháveis, baldes ou contentores de pequena dimensão. Parra et al. (2000) denominam recipientes primários àqueles que ficam em contato direto com os resíduos, como os sacos plásticos, também citam a utilização de coletores urbanos, comunitários e institucionais para o acondicionamento de

volumes maiores. A classificação e especificação dos sacos para acondicionar os RSU brasileiros estão contidas na NBR 9191 (ABNT, 1999).

3.1.3 Coleta dos RSU

A coleta domiciliar é um importante serviço dentre as atividades envolvidas com o GIRSU, pois estabelece a ligação entre os resíduos gerados e a destinação final. Também é o componente mais sensível aos olhos da população, por isso o mais sujeito a críticas (OLIVEIRA, 2002). Uma remoção falha pode implicar no acúmulo de resíduos, descarte inadequado, queima indiscriminada, além de incômodos com a poluição visual. Por isso, a coleta deve ser feita de uma forma que facilite o comportamento da população e as operações posteriores de triagem, tratamento e disposição final.

A avaliação de manejo dos resíduos sólidos no Brasil realizada pelo Ministério das Cidades mostra que a cobertura média de coleta de RSU no país é de 90% (BRASIL, 2007) e segundo a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais, a quantidade de resíduos sólidos urbanos coletados em 2010 foi de 54.157.896 toneladas, correspondendo a cerca de 1 kg de resíduos gerados por habitante diariamente (ABRELPE, 2011).

De acordo com Parra et al. (2000), o planejamento e a administração da coleta envolvem algumas considerações importantes, como o horário, o ponto escolhido, a forma da coleta e principalmente a frequência, uma vez que a irregularidade desestimula a população a participar. Estas características têm por objetivo serem sanitariamente adequadas e economicamente viáveis.

O dimensionamento dos serviços de coleta de resíduo domiciliar tem como objetivo também determinar o número de veículos necessários aos serviços de coleta, bem como os demais elementos que compõem o itinerário. Tal dimensionamento pode ser necessário tanto para a ampliação dos serviços quanto para a reformulação parcial ou total do serviço já prestado. A reformulação parcial do serviço já prestado pode ser necessária, entre outros motivos, quando identificada baixa eficiência do serviço existente (PARRA et al.2000).

A frequência da coleta deve ser definida em função do tipo de coleta, do custo e do acúmulo de resíduos. No caso da coleta porta a porta, quanto maior a frequência, maior o custo, porém, quanto menor a frequência, maior o acúmulo de resíduos nos domicílios. O intervalo entre uma coleta e outra deve ser o mais curto possível, pois como no caso dos

resíduos putrescíveis, uma frequência muito baixa causa mau cheiro e permite a proliferação de vetores, já que normalmente no Brasil utiliza-se de acondicionadores de resíduos pequenos do tipo sacos plásticos e não containers maiores.

O sistema de coleta pode ser realizado de maneira unificada ou com segregação de materiais. A coleta unificada tem a vantagem de ser mais barata e mais simples de gerenciar, por isso é a mais comum no Brasil, porém representa menor ganho ambiental, pois a mistura dos materiais dificulta ou até mesmo impede a sua reciclagem posterior.

Coleta Seletiva

A coleta seletiva, ou coleta com segregação, facilita o reaproveitamento de materiais, previamente separados na fonte geradora. Os materiais mais comuns, passíveis de serem recicláveis, são os diversos tipos de papéis, plásticos, metais e vidros. Segundo Frangipane, Ferrario e Pastorelli (2004), a separação na fonte evita a contaminação, aumenta o valor agregado e diminui os custos de reciclagem.

O resíduo putrescível, composto pelos restos de alimentos é separado do material restante, podendo ter como destino os aterros sanitários ou entrarem num sistema de valorização de resíduos, como a compostagem.

Segundo a ABELPE (2011), dos 5.565 municípios existentes no Brasil, 3.207 afirmaram contar com iniciativas de coleta seletiva no ano de 2010 (Figura 3). Porém, ressalta-se que muitas vezes essas atividades de coleta seletiva praticadas pelos municípios resumem-se à disponibilização de pontos de entrega voluntária à população ou na simples formalização de convênios com cooperativas de catadores para a execução dos serviços.

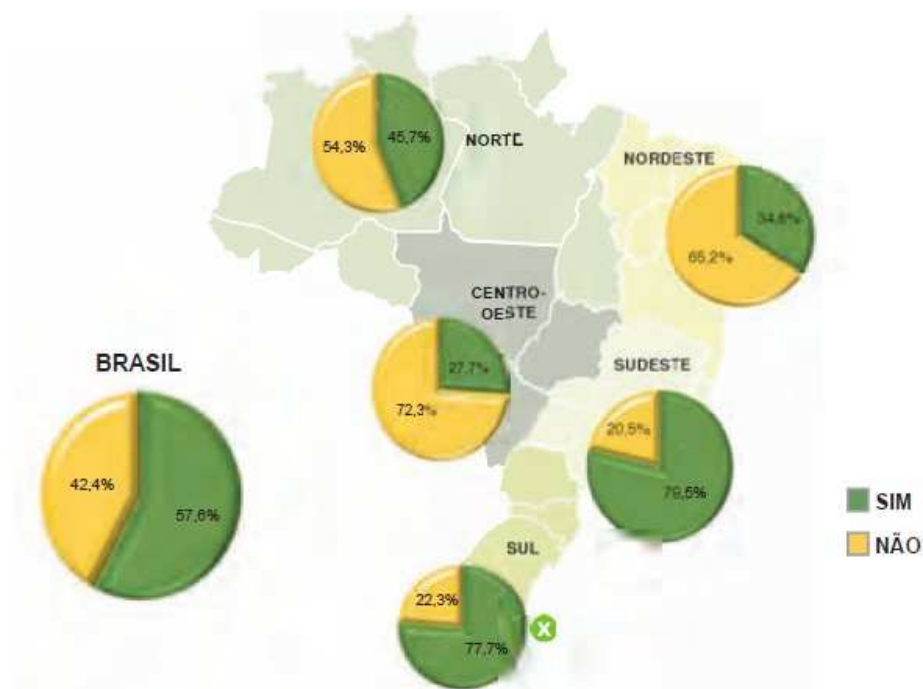


Figura 3 - Municípios por região em que existem iniciativas de coleta seletiva

Fonte: ABRELPE, 2011.

Apesar de alguns administradores e técnicos argumentam que os programas de coleta seletiva são muito caros, a otimização da vida útil dos aterros sanitários, por meio da reciclagem de materiais, é de grande interesse para o poder público municipal, por conta dos altos investimentos necessários para a implantação de novos aterros, estudos de impacto ambiental, compra do terreno e instalações de proteção ambiental (GALBIATI, 2005).

É fundamental após a coleta que o material seja encaminhado a um centro de triagem para a limpeza, caso não tenha sido segregado na fonte, separado dos resíduos e acondicionado para a venda. Triar o resíduo sem um mercado é enterrar em separado (GRIPPI, 2006).

A coleta seletiva pode ocorrer de diversas maneiras, a seguir estão relacionadas as mais conhecidas.

Coleta Porta a Porta

O sistema porta a porta consiste na coleta em cada residência dos materiais recicláveis gerados nos domicílios, numa atividade semelhante à da coleta regular, mas em horários específicos para que elas não coincidam (PARRA et al., 2000). A segregação de materiais pode ser efetuada de acordo com diferentes critérios, uma das formas mais comuns divide os resíduos em secos e úmidos, correspondendo os primeiros à fração reciclável.

É possível também separar os resíduos, para efeito de coleta, num número maior de grupos, dependendo da economicidade, da participação da população e dos equipamentos disponíveis.

Postos de Entrega Voluntária – PEV

Os Postos de Entrega Voluntária são locais em pontos estratégicos, onde são instalados recipientes para o acondicionamento dos resíduos, que devem atender às exigências de capacidade e função, acumulando volume para posterior remoção (PARRA et al., 2000).

Geralmente esses postos encontram-se em conjuntos habitacionais, shopping centers e edifícios comerciais, mas em alguns lugares estão instalados por toda a cidade, substituindo totalmente a coleta porta a porta. Os resíduos são levados pela população aos contêineres ou pequenos depósitos separados de acordo com as suas características. No Brasil, a Resolução N° 275 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (BRASIL, 2001) define o padrão de cores que devem ser adotadas no país (Tabela 5).

Tabela 5 - Padronização dos postos de entrega voluntária

COR DO RECIPIENTE	TIPO DE MATERIAL
Azul	Papel e papelão
Vermelho	Plástico
Verde	Vidro
Amarelo	Metal
Preto	Madeira
Laranja	Resíduos perigosos
Branco	Resíduos ambulatoriais e de Serviço de Saúde
Roxo	Resíduos radioativos
Marrom	Resíduos orgânicos
Cinza	Resíduo geral não reciclável ou misturado, contaminado ou não passível de separação

Fonte: CONAMA 275 (BRASIL, 2001).

O sistema PEV melhora a operação da coleta seletiva em locais públicos e implica em uma maior participação da população, que deve ser mobilizada por meio de campanhas e iniciativas públicas. Segundo Aguiar e Phillipi Jr. (2005), a educação ambiental da população é extremamente importante para que haja eficiência na entrega espontânea, assim como a regularidade e eficiência no recolhimento dos materiais por parte do poder público, pois a população necessita sentir confiança para que se disponha a participar. Não vale a pena iniciar um processo de coleta seletiva PEV se há o risco de interrompê-lo, pois a perda de credibilidade dificulta uma possível retomada.

Além dos tipos de coletas citados, executados pelo próprio órgão público ou por meio de empresas terceirizadas, existe ainda a coleta realizada de maneira informal pelos catadores e sucateiros. Segundo o Ministério das Cidades (BRASIL, 2007), a coleta informal está presente em 83% das cidades brasileiras e desempenha um grande aspecto no processo de reciclagem, pois os catadores coletam materiais e encaminham para a reciclagem a custo zero para os cofres públicos.

Entretanto, esse setor não absorve toda a oferta de recicláveis oferecida pelo mercado e muitas vezes, excluídos do trabalho formal, o catador busca seu sustento escondido em lixões ou vagueando pelas ruas à noite (JACOBI *et al*, 2006). A atividade pode expor os trabalhadores às intempéries, aos riscos com acidentes de trabalho e à violência urbana. Na tentativa de integrar essas pessoas à sociedade, algumas prefeituras estimulam a formação de grupos e cooperativas para que realizem o mesmo trabalho de maneira formal e mais segura.

3.1.4 Transporte dos RSU

Existem diversos tipos de equipamentos para a coleta e o transporte de resíduos, entre eles veículos tipo lutocar, carroças de tração animal, caçambas tipo basculante, caminhão com sistemas de compactação de diversas capacidades e carretas rebocadas com trator. Cada equipamento apresenta vantagens e desvantagens e a escolha do mais adequado está condicionada a fatores como a quantidade de resíduos, a forma do acondicionamento e as condições de acesso aos pontos de coleta (PARRA *et al.*, 2000).

Em cidades de médio e grande porte, o equipamento para a coleta e o transporte mais utilizado é o caminhão com sistema de compactação que, de acordo com Brasil (2004), apresenta as seguintes vantagens: capacidade de coletar grandes volumes, maior velocidade operacional, evita derramamentos dos resíduos, possui condições ergonômicas ideais para o serviço dos coletores, apresenta maior produtividade, o descarregamento é rápido e dispensa arrumação dos resíduos nas carrocerias.

Contudo, este tipo de veículo apresenta também as seguintes desvantagens: preço elevado, alto custo de manutenção, não trafega em trechos de acesso complicado, relação custo benefício desfavorável em cidades de baixa densidade populacional, além de introduzir dificuldades na etapa de triagem, pois quebra peças que poderiam ser utilizadas inteiras, como garrafas de vidro.

Em princípio, todos os veículos normalmente utilizados para a coleta regular podem ser utilizados na coleta seletiva, pois os custos de transporte são os maiores limitantes

da coleta seletiva. Calderoni (1999) explica que os resíduos recicláveis apresentam uma densidade média cinco vezes inferior à dos resíduos misturados, o que faria supor um custo de transporte cinco vezes maior. Entretanto, observa-se que o custo da coleta seletiva varia entre o dobro e oito vezes o custo da coleta convencional, dependendo da forma institucional e dos recursos operacionais utilizados.

O autor também afirma que alguns fatores que contribuem para o alto custo da coleta seletiva são a baixa adesão da população aos programas, o que leva à baixa eficiência operacional e a falta de vontade política das administrações em efetivamente ampliar a escala dos trabalhos e baixar os custos.

O transporte dos resíduos das áreas geradoras para as instalações de tratamento ou destinação final é realizado em geral nos mesmos veículos que trabalharam na coleta. Em alguns casos, são previstas estações de transbordo, em que os resíduos são transferidos de veículos menores para veículos maiores, de forma a conferir maior economicidade ao sistema.

Uma questão importante é a otimização do percurso percorrido pelos caminhões, segundo Nguyen e Wilson (2009), a coleta e o transporte de resíduos representam uma grande proporção (50% a 70%) do custo da gestão de resíduos e o combustível é geralmente o maior gasto. Portanto, o percurso de coleta deve ser projetado de tal forma que o motorista do caminhão nunca percorra o mesmo caminho durante a operação.

3.1.5 Tratamentos e Disposição dos RSU

A Segregação e/ou Triagem, a Reciclagem, a Compostagem, a e, em alguns casos a Incineração o Aterro Sanitário são exemplos de tratamentos atualmente implementados em diferentes municípios.

Segregação e/ou Triagem

A segregação é uma simples, mas importante etapa para o sucesso da coleta seletiva e precede qualquer processo específico de tratamento. Os resíduos são separados de acordo com as suas características (geralmente por meio da instrução da prefeitura) diretamente na fonte geradora, que os embala em separado. Já a triagem é realizada após a coleta, para uma maior eficiência na separação dos resíduos.

Segundo Aguiar e Phillipi Jr. (2005) o objetivo da triagem é separar os materiais que se deseja recuperar, aqueles prejudiciais à qualidade do processamento ou à durabilidade dos equipamentos. Ela pode ser executada manualmente em pátios, mesas ou esteiras rolantes.

Os métodos mecânicos e automatizados, como equipamentos magnéticos, peneiras, separadores balísticos e transporte também servem ao processo.

A triagem pode ser realizada em usinas específicas, normalmente localizadas na área do Aterro Sanitário ou em galpões localizados em áreas próximas às regiões geradoras dos resíduos sólidos. Nos processos manuais, quanto maior o grau de separação desejado e menor a quantidade de impurezas permitida, maior será a mão-de-obra envolvida. A eficiência de triagem pode ser avaliada pela quantidade de resíduos triados por pessoa, por hora (AGUIAR; PHILLIPI JR., 2005).

De acordo com Grippi (2006) quando a segregação realizada na fonte geradora é eficiente, pode-se excluir a fase de triagem, pois os resíduos estão em condições de serem enviados diretamente às usinas de reciclagem. As prefeituras que realizam a coleta bruta dos resíduos sólidos urbanos (sem coleta seletiva) e posteriormente os remete a uma usina para triagem, estão abrangendo uma gestão exclusivamente governamental, ao passo que a segregação envolve a população geradora do resíduo, com uma atuação participativa no programa.

Outra questão importante é que exista mercado para os materiais segregados ou triados, pois isso pode definir os níveis de separação e o valor econômico de cada material.

Reciclagem

O resíduo não será rejeito se for dado a ele um tratamento outro que não a destinação final. No geral, chama-se essa destinação de reciclagem ou de reutilização (GRIPPI, 2006).

A reciclagem de resíduos constitui no reprocessamento de materiais, permitindo novamente sua utilização (CALDERONI, 1998). Desse modo, os resíduos descartados são reintroduzidos num ciclo produtivo por meio de sua transformação, possibilitando que materiais considerados inúteis para o gerador passem a ser matérias-primas secundárias para outro indivíduo. A reciclagem difere da reutilização porque exige um maior grau de processamento, excedendo a simples triagem e limpeza do material.

Os tipos de reciclagem recomendados, visando sempre enviar o mínimo de materiais para aterros são: a compostagem do material orgânico, ele pode ser transformado em fertilizantes para a agricultura natural; os materiais inorgânicos que podem ser selecionados e reintroduzidos como matéria-prima na cadeia produtiva e, por fim, os demais

resíduos inservíveis que devem ser confinados apropriadamente nos aterros ou incinerados (AGUIAR; PHILIPPI Jr, 2005).

Quando se avalia a viabilidade econômica da reciclagem dos resíduos sob o ponto de vista do Poder Público Municipal, fica faltando considerar os chamados custos evitados, ou seja, os custos da coleta e disposição final dos resíduos em aterros com que se deixa de arcar em relação aos resíduos que são encaminhados para a reciclagem (VEIGA, 2004). Os materiais processados, por serem reintroduzidos no sistema produtivo, não oneram os aterros, o que representa importante fator de economia, a despeito da diminuta quantidade envolvida. Segundo o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA (2010), os benefícios da reciclagem podem ser calculados como a diferença entre os custos da produção primária e os custos a partir de matéria-prima secundária. Somam-se a essa diferença os benefícios associados à gestão de resíduos sólidos urbanos, calculados pela diferença entre os custos de coleta regular, disposição final e os custos de coleta seletiva.

Segundo Grippi (2006) alguns processos de reciclagem podem ser realizados artesanalmente para fins educativos, artísticos ou por seu caráter de origem social. A reciclagem de grandes quantidades de material é realizada, normalmente, em instalações industriais, para cada tipo de material há processos tecnológicos específicos. Deve-se levar em consideração a análise do ciclo de vida do produto e a região geográfica de cada local, pois pode haver vantagens e desvantagens diferentes.

A reciclagem é um caminho reverso ao da produção e tem papel fundamental dentro do conceito de desenvolvimento sustentável. Ela traz consigo uma especificidade que reside no fato de que os custos benefícios gerados não são apenas de apropriação dos agentes recicladores, mas da sociedade como um todo (PIMENTEIRA, 2002).

Compostagem

A compostagem é um processo de reciclagem dos resíduos potencialmente biodegradáveis. Mustin (1987) definiu a compostagem como um processo aeróbio e controlado de decomposição biológica e estabilização da matéria orgânica em condições que permitam o desenvolvimento de temperaturas termofílicas (controladas para não ultrapassar valores máximos em torno de 65°C) resultantes de uma produção calorífica de origem biológica, com obtenção de um produto final estável, higiênico, rico em compostos húmicos e cuja utilização no solo, não ofereça riscos ao meio ambiente.

Grippi (2006) simplifica que a compostagem é a decomposição de matéria putrescível contida em restos de origem animal ou vegetal, e que tem como resultado final um produto que pode ser aplicado no solo para melhorar suas características produtivas, sem ocasionar riscos ao meio ambiente. Dentre as principais aplicações do composto, destacam-se o uso em jardins, hortos, viveiros e parques.

Os principais fatores que intervêm no processo de compostagem são: os microrganismos (bactérias, fungos e actinomicetos), umidade, oxigenação, temperatura, relação carbono/oxigênio, pH e tamanho da partícula (BINONE; POVINELLI, 1999 apud MASSUKADO, 2004).

Os autores relatam também que dentre os benefícios da compostagem destaca-se a redução da quantidade de resíduos enviados para a destinação final, a eliminação de patógenos, economia no tratamento de efluentes e a produção de composto que pode melhorar a qualidade do solo. Já as desvantagens são em relação à necessidade de um mercado para escoar o composto e de um local para a disposição final dos rejeitos. É necessário também que se faça uma pré-seleção do material e se controle periodicamente o produto final, atividades estas que tendem a ser relativamente onerosas.

Há inúmeras alternativas de processos tecnológicos, desde os mais simples como a compostagem em montes (leiras) periodicamente revirados até instalações de grande porte com tambores rotativos. A compostagem pode ser realizada por meio de processos aeróbios, anaeróbios ou mistos, mas é um processo lento, que dependendo da tecnologia empregada, pode levar de 45 a 180 dias. Em geral exige áreas relativamente grandes de pátio para a etapa de cura (AGUIAR;PHILLIPIJR, 2005).

A eficiência de qualquer processo de compostagem depende principalmente da qualidade do material que chega para ser compostado. Resíduos alimentares de feiras e restaurantes são preferíveis aos resíduos provenientes dos domicílios, pois estes podem apresentar algumas substâncias indesejáveis como cacos de vidro, pilhas, medicamentos etc (MASSUKADO, 2004).

A compostagem também pode ser feita em pequena escala, nas próprias residências. Uma das vantagens da compostagem caseira é que ela poupa custos de transporte e de disposição final dos resíduos, Lober (1996) afirma que a compostagem de folhas dos jardins e dos restos de comida pode ser capaz de desviar 25% do resíduo que é encaminhado para a disposição final.

Ela também tem uma função educacional, segundo Grimberg e Blauth (1998) a compostagem doméstica tem um valor pedagógico inestimável, na medida em que reaproxima as pessoas dos ciclos da natureza e permite que elas revejam seus preconceitos com relação à matéria orgânica descartada. No Brasil, grande parte dos resíduos é constituída por matéria putrescível, por isso também a importância de se reciclar esse tipo de material. Apesar disso, o país ainda não encara a compostagem como um processo industrial, que necessita de cuidados ambientais, operacionais, de marketing e controle de produto final.

Incineração

As principais finalidades da incineração dos RSU são: destruir a patogenicidade ou periculosidade dos resíduos, reduzir significativamente a massa e o volume dos RSU para sua disposição final, e gerar energia elétrica. A redução de volume é geralmente superior a 90% e em peso superior a 75%, à temperaturas que variam entre 800 e 3000°C (CALDERONI, 1999).

A combustão necessita ser continuamente controlada, levando-se em conta que o combustível (resíduos) é “desconhecido”, pois varia ao longo do tempo em composição, umidade, peso específico e poder calorífico. Por isso, os sistemas modernos de incineração são dotados de programas computadorizados de controle contínuo das variáveis de combustão, tanto na câmara primária quanto na de pós-combustão, bem como, nas demais etapas de depuração de gases e geração de energia (MENEZES; REAL, 2000).

De acordo com Santos (2011) a incineração transforma os resíduos basicamente em três produtos: cinzas, gases da combustão e calor. As cinzas são em sua maioria formadas por constituintes inorgânicos, que estavam presentes nos resíduos, elas se aglomeram em nódulos sólidos ou podem ser carregadas diretamente pelos gases da combustão. Os gases necessitam ser filtrados e passar por tratamento, uma vez que são compostos por substâncias consideradas tóxicas (chumbo, cádmio, mercúrio, cromo, arsênio, cobalto e outros metais pesados, ácido clorídrico, óxidos de nitrogênio e dióxido de enxofre, dioxinas e furanos, clorobenzenos, clorofenóis e PCBs). A incineração gera também emissões de dióxido de carbono, reforçando a necessidade de equipamentos para limpeza de gases, como precipitadores ciclônicos de partículas, precipitadores eletrostáticos e lavadores de gases (PARO; COSTA; COELHO, 2008).

Os autores Menezes e Real, em 2000, relataram que no Brasil o conceito dos processos de tratamento térmico se cristalizou nas mentes de muitas pessoas de forma

negativa, mas que havia uma tendência mundial de aumentar a utilização da incineração. Em países como Alemanha, Japão e Suíça o conceito negativo foi revertido, as instalações de tratamento de gases foram substituídas e hoje atendem integralmente às mais exigentes normas de proteção ambiental. De acordo com Dodds apud Knox (2005) atualmente, os incineradores que utilizam a melhor tecnologia disponível para o controle de poluição, lançam na atmosfera gases mais limpos que o ar atmosférico de muitas grandes cidades.

Além da grande redução no volume de resíduos encaminhados para os aterros, a incineração pode ser utilizada como forma de recuperação energética, chamada “Waste To Energy”. A utilização desta tecnologia mostra-se promissora, pois se trata de uma maneira de destinar os RSU e obter no final produtos como energia elétrica e/ou energia térmica.

Apesar do aproveitamento de energia, se não ocorrer a reciclagem dos materiais, a incineração de resíduos torna-se uma perda no ciclo de renovação das matérias primas, e por este motivo deve ser utilizada como última etapa no tratamento de resíduos.

Aterro Sanitário

Segundo Aguiar e Phillipi Jr. (2005), a existência de alguma forma de disposição final se faz necessária para absorver os resíduos não tratados e os rejeitos dos diversos processos de tratamento. Calderoni (2003) acrescenta que independentemente de sua origem, todos os resíduos são conduzidos aos aterros, direta ou indiretamente, mesmo aqueles que são incinerados.

Segundo o Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, apresentados pela ABRELPE (2011), o país destina cerca de 30 milhões de toneladas dos seus resíduos (42% do total) de forma inadequada, em lixões ou aterros controlados. Estes dados mostram o quanto o Brasil, de uma forma geral, ainda precisa evoluir na questão de disposição final dos seus resíduos.

A NBR 8419 (ABNT, 1992) define aterros sanitários como um método embasado em critérios de engenharia que possibilite a disposição final de resíduos ocupando a menor área possível, cobrindo-os com uma camada de solo ao final de cada etapa. O emprego desta técnica possibilita o tratamento dos RSU, reduzindo potenciais danos à saúde da população e minimizando os impactos causados ao ambiente.

Seu princípio construtivo básico constitui-se nas seguintes etapas: impermeabilização de uma determinada área superficial do solo através de mantas plásticas, evitando a contaminação do solo pelo lixiviado; disposição dos resíduos sobre esta área;

drenos para escoamento dos gases que se formam durante a decomposição da matéria orgânica, compactação e cobertura diária com camada de terra, garantindo a decomposição anaeróbia; sistema de drenagem das águas pluviais e tratamento adequado do lixiviado; e sistema de monitoramento dos lençóis freáticos (AGUIAR; PHILIPPI JR., 2005).

O biogás pode ser queimado na atmosfera ou aproveitado para a geração de energia. Esse aproveitamento do biogás faz com que o Aterro Sanitário seja, assim como a Incineração, um processo de geração de energia, portanto um “tratamento” e não apenas uma “disposição final”, a Tabela 6 apresenta as vantagens e as desvantagens tanto do aterro sanitário como da usina de incineração.

De acordo com Santos (2008) a disposição final adequada dos RSU, com o uso de aterros sanitários, continua sendo um grande desafio para o desenvolvimento do saneamento básico brasileiro. A autora salienta que tecnologias mais recentes de gestão de resíduos visam, principalmente, a redução de geração na origem, a reciclagem dos resíduos e o desenvolvimento de alternativas de tratamento, como a compostagem e a incineração. Sendo assim, pode-se dizer que os aterros sanitários correspondem à etapa final do gerenciamento de RSU.

Tabela 6 - Comparação entre o sistema de aterro sanitário e incineração

	ATERRO SANITÁRIO	USINA DE INCINERAÇÃO
VANTAGENS	<ul style="list-style-type: none"> * Recebem os RSU praticamente da maneira como são recolhidos; * Dispõem o resíduo de maneira adequada ambientalmente; * Geram biogás que pode ser capturado e aproveitado; * Exige a captura e o tratamento do lixiviado; * Emissão de carbono é distribuída no tempo, uma vez que o ciclo de vida de um aterro é de em média 40 anos. 	<ul style="list-style-type: none"> * Reduz 70 – 75% da massa e cerca de 90% do volume dos RSU; * Incentiva a triagem e reciclagem de materiais, uma vez que alguns deles não podem ser inseridos no incinerador; * Não exige grandes áreas como o aterro, apenas a área da usina; <ul style="list-style-type: none"> * Inexiste o lixiviado; * Elimina emissões de CH₄; * Gera significativa quantidade de energia elétrica, reduzindo a queima de combustíveis fósseis em termelétricas.
DESvantagens	<ul style="list-style-type: none"> * Exige grandes áreas para implantação; * Impossibilita o uso da área por muitos anos após o fechamento do aterro; <ul style="list-style-type: none"> * Exige topografia adequada; * Provoca grande movimentação de terra e resíduos; * Gera menor quantidade de energia elétrica ao longo do tempo; * Após capacidade esgotada, exige ainda cuidados e manutenção por pelo menos 30 anos. 	<ul style="list-style-type: none"> * Necessita tratamento do resíduo urbano para retirada de metais, vidro, redução de resíduos de alimentos e umidade, antes do envio para incineração; * Emite grande quantidade de CO₂, mas tais emissões podem ser compensadas com as respectivas reduções nas termelétricas; * Pode emitir poluentes como CO, SO_x, NO_x, material particulado, dioxinas e furanos caso medidas mitigadoras não sejam tomadas.

Fonte: Paro, Costa e Coelho (2008).¹

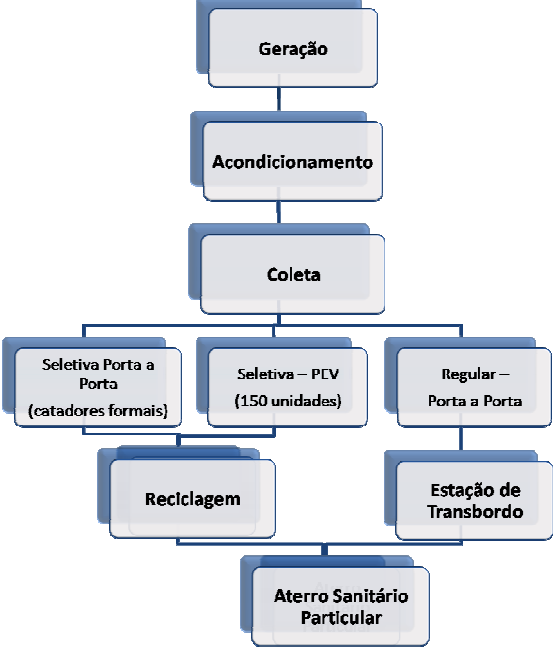
3.2 MODELOS DE GESTÃO DE RSU IMPLANTADAS NO MUNDO

Algumas cidades foram escolhidas para conhecimento de como é realizada a gestão dos resíduos sólidos urbanos nestes locais. Não se pretende avaliar, neste caso, se a gestão realizada está de acordo ou não com o que se espera de uma boa gestão, mas sim observar experiências diversas adotadas nas cidades de Belo Horizonte e Porto Alegre (Brasil), Barcelona (Espanha) e São Francisco (Estados Unidos).


Os Quadros 2, 3, 4 e 5, apresentam resumidamente as características de cada município, o tipo de gestão dos RSU adotada, bem como fluxogramas representativos da gestão (Figuras 4, 6, 8 e 10).

Quadro 2 - Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos em Belo Horizonte

¹ A Tabela 6 foi apresentada conforme a elaboração dos autores, mas neste caso, o item “exige captura e o tratamento do lixiviado” não entra como vantagem se comparado com a incineração, que não gera lixiviado. A vantagem só existe quando compara-se o aterro sanitário com lixão, que não possui tratamento de lixiviado e acaba contaminando seu entorno.

<p>CARACTERÍSTICAS MUNICÍPIO</p> <p>(informações obtidas em: Dias; Ijgosse; Barros, 2010)</p>	<p>Área: 331 km² (IBGE, 2009)</p> <p>População: 2.452.617 habitantes (IBGE, 2009)</p> <p>Geração RSU: 518.932 toneladas/2008</p> <p>Geração RSU Per Capita: 0,53 kg/dia</p>
<p>GESTÃO DOS RSU</p> <p>(informações obtidas em: Dias; Ijgosse; Barros, 2010)</p>	<p>Responsável: Secretaria de Limpeza Urbana</p> <p>Acesso à coleta: 90% população urbana e 70% população das favelas</p> <p>Cobertura Limpeza Pública: 85% das estradas pavimentadas</p> <p>Coleta Regular Área Urbana: 95% porta a porta em caminhão compactador.</p> <p>Coleta Regular Favelas: 60% porta a porta em caminhão compactador; 5% caminhões abertos; 10% caçambas; 10% grandes geradores e 15% não possuem coleta, sendo descartados a céu aberto.</p> <p>Coleta Seletiva Bairros: 150 Postos de Entrega Voluntária (450 contêineres para papel, vidro, plásticos e metais).</p> <p>Coleta Seletiva nos Comércios: Porta a Porta através de cooperativas</p> <p>Tratamentos: Segregação dos recicláveis coletados e dos PEVs pelas cooperativas (lei municipal) - 11% reciclado (1% setor informal)</p> <p>Destinação Final: 89% encaminhado para aterro sanitário privado.</p>
<p>FIGURA REPRESENTATIVA (elaborado a partir das informações de Dias; Ijgosse; Barros, 2010)</p>	 <pre> graph TD G[Geração] --> A[Acondicionamento] A --> C[Coleta] C --> S1[Seletiva Porta a Porta (catadores formais)] C --> S2[Seletiva - PEV (150 unidades)] C --> S3[Regular - Porta a Porta] S1 --> R[Reciclagem] S2 --> R S3 --> E[Estação de Transbordo] R --> AS[Aterro Sanitário Particular] E --> AS </pre> <p>Figura 4 - Resumo da gestão em Belo Horizonte</p>

Quadro 3 – Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos em Barcelona

<p>CARACTERÍSTICAS MUNICÍPIO</p> <p>(informações obtidas em: SELUR e ABLP, 2010)</p>	<p>Área: 91,4 km²</p> <p>População: 1.621.537 habitantes (2007)</p> <p>Geração RSU: 865.000 toneladas/2007</p> <p>Geração RSU Per Capita: 1,4 kg/dia</p>
<p>GESTÃO DOS RSU</p> <p>(informações obtidas em: SELUR e ABLP, 2010; Fundació Politecnica de Catalunya, 2005)</p>	<p>Responsável: Programa da Área Metropolitana de Barcelona e Agência de Resíduos da Catalunha</p> <p>Taxas cobradas: Taxa Ambiental Metropolitana e Lei de Embalagens</p> <p>Coleta Regular: Porta a Porta, Contêiner Estacionário e Sucção Pneumática.</p> <p>Coleta Seletiva: Porta a Porta, Contêiner Estacionário, Sucção Pneumática (menos vidros e perfuro-cortantes) e PEV.</p> <p>Coleta Sucção Pneumática - Características: 5m/profundidade na terra; 113 km/extensão e velocidade de percurso dos resíduos de 70 km/h.</p> <p>Coleta Sucção Pneumática - Investimento: 50 milhões de Euros (tubulação para 18.000 famílias), abate de 30%-40% dos custos de coleta.</p> <p>Tratamentos: Triagem, Compostagem, Reciclagem e Incineração.</p> <p>Destinação Final: Aterro Sanitário.</p>
	 <p>Figura 5 - Recipientes com sistema de sucção pneumática Fonte: SELUR e ABLP (2010)</p>

Continua...

Continuação do Quadro 3:

FIGURA REPRESENTATIVA
(elaborado a partir das informações de SELUR e ABLP, 2010; Fundació Politecnica de Catalunya, 2005).

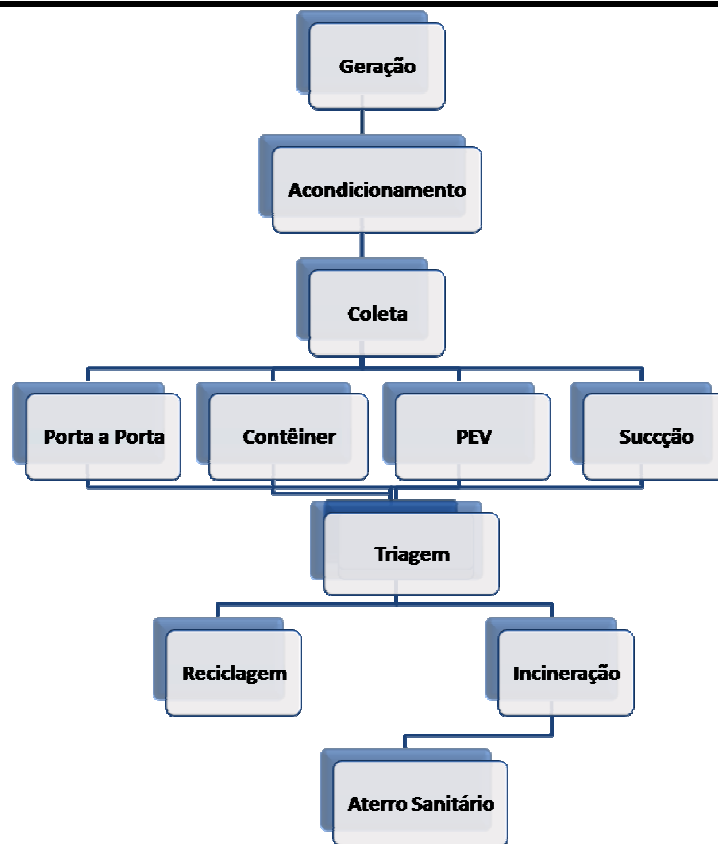


Figura 6 - Resumo da gestão em Barcelona

Quadro 4 – Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos em São Francisco

<p>CARACTERÍSTICAS MUNICÍPIO</p> <p>(informações obtidas em: Sinnott; Drew, 2010)</p>	<p>Área: 122km²</p> <p>População: 835.364 habitantes</p> <p>Geração RSU: 508.323 toneladas/2008</p> <p>Geração RSU Per Capita: 0,61 kg/dia</p>
<p>GESTÃO DOS RSU</p> <p>(informações obtidas em: Sinnott; Drew, 2010)</p>	<p>Responsável: Prefeitura Municipal</p> <p>Acesso à coleta: 100%</p> <p>Responsável pela Coleta: Prefeitura em parceria com a empresa Recology (formada pela fusão de uma empresa com antigos catadores)</p> <p>Programa municipal de Coleta: “The Fantastic3Programs” - utiliza contêineres pretos, azuis e verdes, com capacidade para 240 litros de resíduos cada, onde a população dispõe seus resíduos de forma segregada.</p> <p>Caminhões de Coleta dos Recicláveis: possuem câmaras separadas e visíveis (Figura 6).</p> <p>Caminhões de Coleta dos Putrescíveis: caminhão compactador comum.</p> <p>Taxa População: gratuita para os resíduos recicláveis</p> <p>Taxa Comércio: desconto de até 75% para os resíduos recicláveis</p> <p>Tratamentos: Segregação nos próprios contêineres, reciclagem e compostagem.</p> <p>Reciclagem: 70% do total coletado.</p> <p>Destinação Final: Aterro sanitário privado fora do município;</p> <p>Aterrado: 30% do total coletado.</p> <div data-bbox="528 1328 1278 1800" data-label="Image"> </div> <p>Figura 7 - Caminhão coletor de resíduos recicláveis Fonte: Sinnott; Drew, 2010</p>

Continua...

Continuação do Quadro 4:

**FIGURA
REPRESENTATIVA**
(elaborado a partir das
informações de
Sinnott; Drew, 2010).

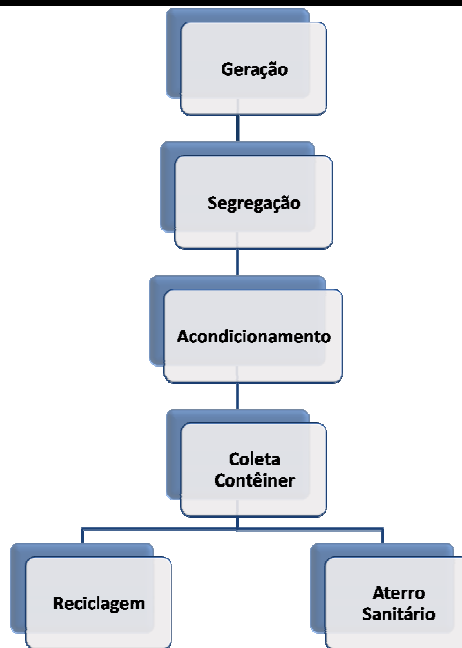


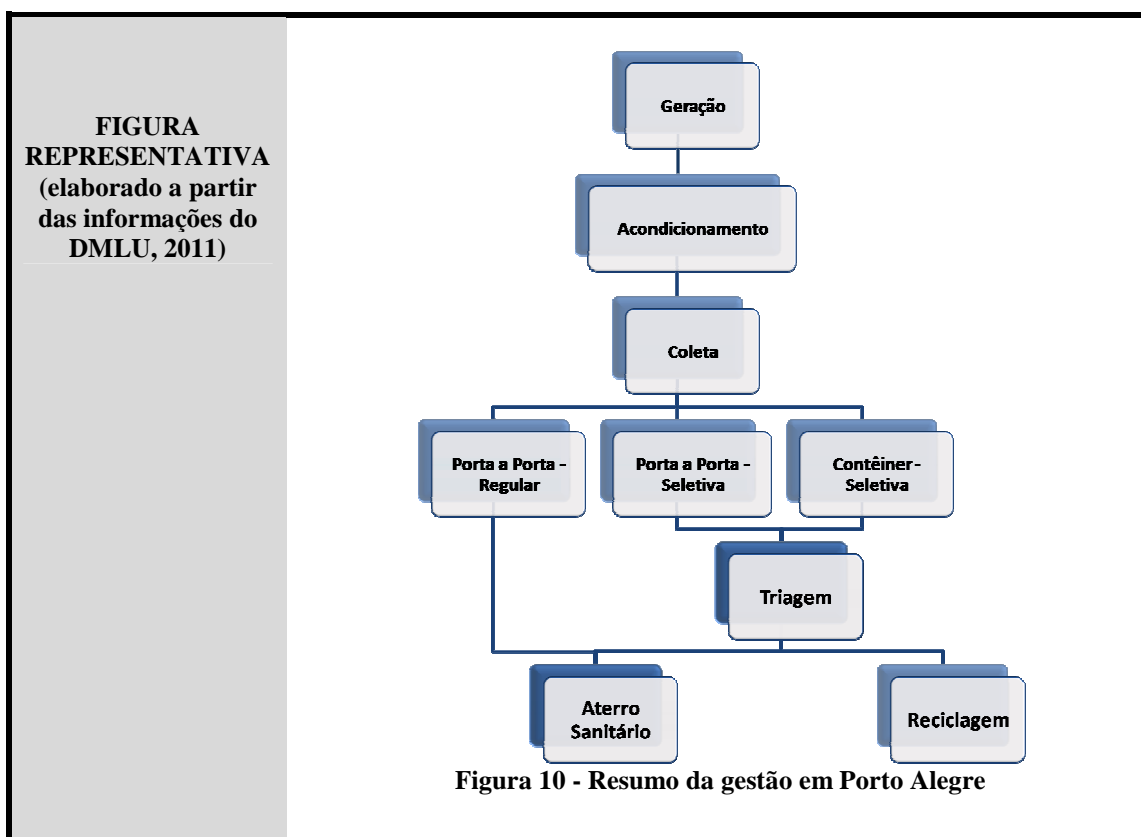
Figura 8 - Resumo da gestão em São Francisco

Quadro 5 – Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos em Porto Alegre

<p>CARACTERÍSTICAS MUNICÍPIO</p> <p>(informações obtidas em: DMLU, 2011)</p>	<p>Área: 496,684 km² (IBGE, 2010)</p> <p>População: 1.409.351 habitantes (IBGE, 2010)</p> <p>Geração RSU: 311.422,08 toneladas/2010</p>
<p>GESTÃO DOS RSU</p> <p>(informações obtidas em: DMLU, 2011)</p>	<p>Responsável: Departamento Municipal de Limpeza Pública - DMLU</p> <p>Coleta Regular: Terceirizada (empresa Sustentare Serviços Ambientais), 3 vezes por semana, sistema Porta a Porta e, desde 2011 sistema em Contêiner.</p> <p>Contêineres: 1.100 unidades, R\$ 4.000/unidade (US\$ 2312/unidade), coletado por empresa privada (Conesul).</p> <p>Coleta Seletiva: Terceirizada (empresa Sustentare Serviços Ambientais), 2 vezes por semana, sistema Porta a Porta e PEV (45 pontos).</p> <p>Transporte: caminhões compactadores para a coleta regular e caminhões do tipo boiadeiro para a coleta seletiva.</p> <p>Estação de Transbordo: recebe diariamente 1.000 toneladas, parte é encaminhada para as centrais de triagem e parte para a destinação final.</p> <p>Tratamentos: Triagem dos resíduos da coleta seletiva (16 cooperativas) e da parcela da Estação de Transbordo, Compostagem e Reciclagem.</p> <p>Destinação Final: aterro sanitário privado, localizado em Minas do Leão (113 km de distância).</p> <div data-bbox="528 1335 1294 1845" data-label="Image"> </div> <p>Figura 9 - Contêiner da coleta automatizada Fonte: DMLU, 2011</p>

Continua...

Continuação do Quadro 5:



Os quatro fluxogramas, apresentados a partir das informações coletadas na revisão bibliográfica, foram elaborados para exemplificar o que geralmente se encontra nos atualmente. Conforme se pode observar, esses modelos abrangem informações básicas dos dias de hoje nas grandes cidades, deixando lacunas importantes de informação e restringindo uma análise mais aprofundada.

O próximo item apresenta uma ferramenta já utilizada em outras áreas, onde é inserido um número maior de informação, facilitando a observação e compreensão dos sistemas como um todo.

3.3 O MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR

As indústrias têm grande interesse na eliminação de perdas em suas operações, pois isso representa economia de materiais e maximização de lucros. Shingo (1996) referiu-se às eliminações de tudo que não agrega valor ao produto, como princípios da produção enxuta.

Esses princípios podem beneficiar todas as áreas de uma empresa e, dependendo da dimensão competitiva identificada, foca suas ações na busca por custos mais baixos, elevada qualidade, entrega veloz, inovação ou flexibilidade. Shingo (1996) juntamente com

Ohno (1988) identificaram sete tipos de perdas, sendo elas: Superprodução (quantitativa e por antecipação), Transporte, Processamento, Fabricação de Produtos Defeituosos, Estoques, Movimentação e Espera (ANTUNES Jr. et al, 2008).

Entre as principais técnicas de eliminação das perdas, é possível citar as células de manufatura, o fluxo contínuo de peças, a utilização de mecanismos de prevenção de falhas, o sistema de troca rápida de ferramentas e o Mapeamento de Fluxo de Valor - MFV. Segundo Antunes Jr. et al (2008) o Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV) é uma técnica de modelagem proveniente da metodologia denominada Análise da Linha de Valor, proposta por Rother e Shook (1998).

O MFV contempla todo o processo que se inicia na matéria-prima (matéria, informações, idéias), faz o diagnóstico de como os materiais e as informações de famílias e de produtos fluem pela empresa agregando valor, ou não, identificando gargalos de produção e pontos de desperdícios (ROTHER; SHOOK, 1998; CHIOCHETTA; CASAGRANDE, 2007). Também auxilia na comparação de fluxos existentes, visando identificar quais são as semelhanças e diferenças dos processos. Para elaborar o mapeamento, deve-se seguir a trilha de um produto ou de uma operação, desde o consumidor até o fornecedor, e, cuidadosamente desenha-se uma representação visual de cada processo no fluxo de material e informação (ROTHER; SHOOK, 2003).

Segundo Ferro (2010) normalmente o mapa de fluxo de valor é feito em uma única página, sendo importante coletar dados como tempo que o produto fica parado na linha de produção, a distância que ele percorre de um processo a outro, o número de vezes que ele precisa ser retrabalhado e quanto tempo é gasto nessa atividade que não adiciona valor ao produto. A partir desses dados, é necessário analisar cada segmento tentando reduzir desperdícios, diminuir tempo de operação e, principalmente, custos.

É evidente a maior aplicabilidade da produção enxuta e da ferramenta do MFV nas indústrias, porém, ressalta-se a emergente utilização dos conceitos em áreas de serviço, principalmente na construção civil, setor de saúde, correios e aviação (FERRO, 2008). De acordo com o mesmo autor, o MFV auxilia as organizações em um melhor desempenho, o que é, afinal, a verdadeira finalidade.

Na área de sustentabilidade das organizações, o MFV também vem apresentando algumas aplicações, a agência norte-americana EPA (Environmental Pollution Agency), propõe a utilização adaptada da estrutura do MFV de Rother e Shook (1998) para análise do

consumo de material. Nessa linha, Torres Jr. e Gati (2009), por exemplo, empregaram o MFV para analisar o volume de água desperdiçada em uma indústria sucroalcooeira e em uma de cosméticos, chamando este mapeamento de Mapa do Fluxo de Valor Ambiental.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Este capítulo aborda a metodologia utilizada para o desenvolvimento do estudo e obtenção dos objetivos propostos. A Figura 11 ilustra as etapas metodológicas do trabalho.

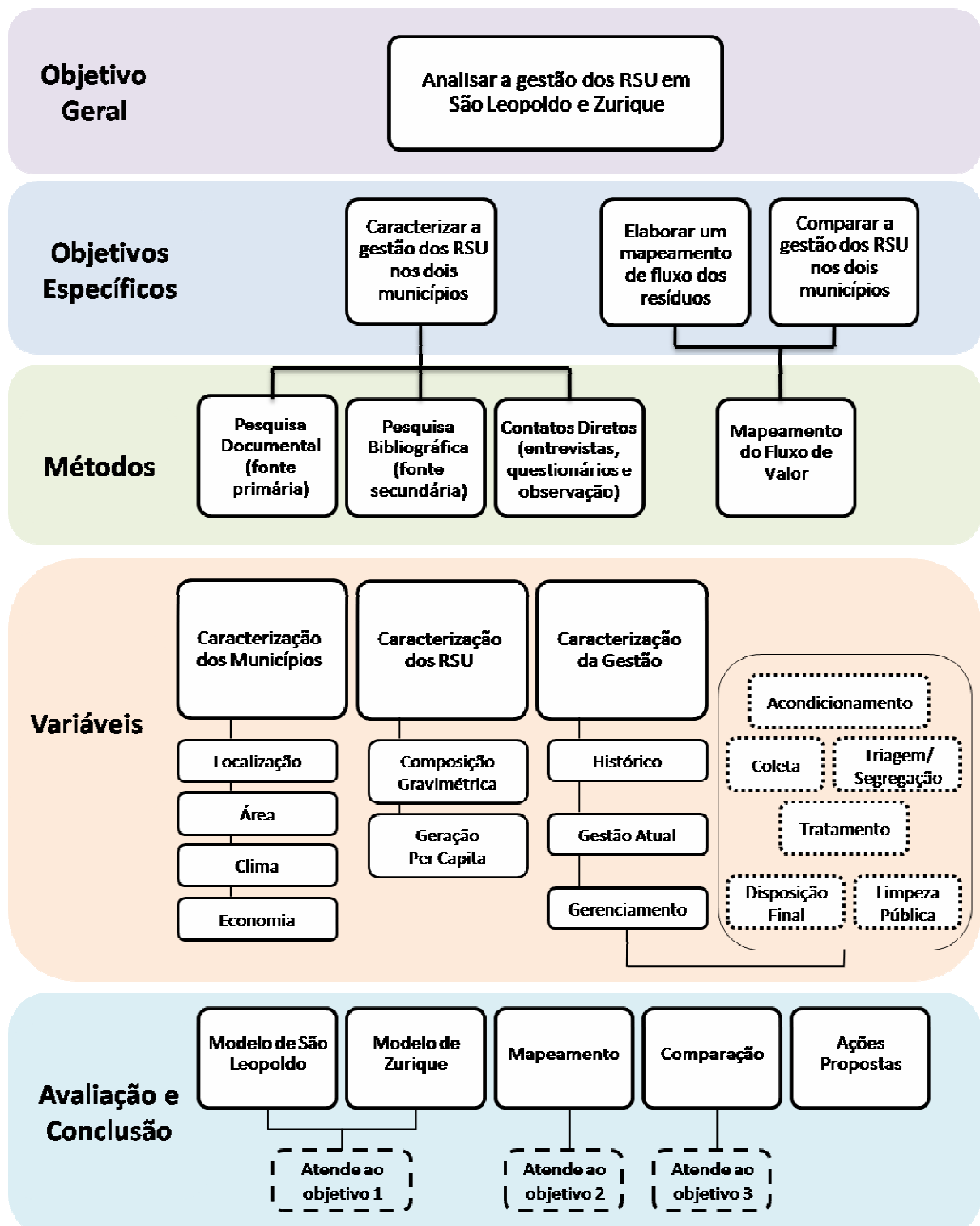


Figura 11 - Metodologia de trabalho

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa pode ser classificada como qualitativa, que de acordo com Godoy (2006) é aquela em que há a preocupação do pesquisador com os processos e não simplesmente com os resultados.

Também pode ser classificada como um estudo de caso descritivo, Yin (2005) define Estudo de Caso como uma estratégia de pesquisa por meio da qual se realiza uma investigação que preserva as características holísticas dos eventos da vida real. Já a pesquisa descritiva, de acordo com Gil (1999), tem como objetivo principal a descrição das características de uma determinada população ou fenômeno, ou o estabelecimento de relações entre variáveis. A utilização de casos múltiplos é mais apropriada quando o enfoque estiver baseado na comparação de semelhanças e no destaque das diferenças.

4.2 ESCOLHA DAS ÁREAS DE ESTUDO

A escolha das áreas de estudo decorreu em virtude da necessidade de avaliação da gestão municipal dos resíduos sólidos urbanos brasileiros. Alguns trabalhos já foram realizados em São Leopoldo, em função da proximidade com a Universidade localizada no município, além disso, a Prefeitura Municipal por meio da Secretaria Municipal de Limpeza Pública disponibiliza informações que auxiliam aos projetos.

Zurique possui um sistema de gestão dos resíduos sólidos característico e também disponibiliza seus dados para estudo. Além disso, a oportunidade pessoal de acompanhamento de todas as etapas influenciou na escolha. Sendo assim, as duas cidades com formas de gestão distintas foram selecionadas e avaliadas.

4.3 CARACTERIZAÇÃO DO TRABALHO

O trabalho foi realizado em etapas, permitindo assim uma sequência de informações, sendo que as análises e discussões dos dados acompanham os resultados. A Figura 12 apresenta as etapas realizadas e em seguida estão descritas cada uma delas.

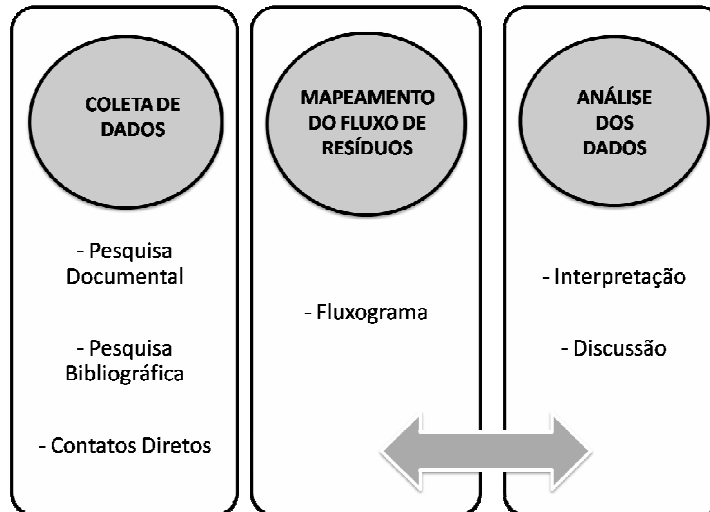


Figura 12 - Etapas metodológicas do trabalho

4.3.1 Coleta de Dados

Pesquisa Documental:

De acordo com Lakatos e Marconi (2001), a pesquisa documental (fonte primária) está restrita a documentos, escritos ou não. No caso, as leis municipais de São Leopoldo foram coletadas no site www.leismunicipais.com.br e diretamente na Prefeitura. As cópias dos relatórios do mês de fevereiro, março e abril de 2011, enviados pela Cooperativa Univale, foram fornecidas pela Secretaria, que também disponibilizou as planilhas semestrais de todas as Centrais de Triagem.

Em Zurique os números de todas as leis foram fornecidos pela Prefeitura e obtidos pela internet no site www.stadt-zuerich.ch. Já as planilhas de custos e o histórico da gestão dos RSU foram entregues em forma de material de divulgação, o mesmo que é distribuído para a população. Alguns dados foram obtidos junto ao website do Departamento de Reciclagem e Eliminação – ERZ (www.erz.ch).

As fontes documentais estatísticas de São Leopoldo foram coletadas na página do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (www.ibge.gov.br) e em Zurique na página de estatísticas do Zürich Stadt (www.stadt-zuerich.ch).

Pesquisa Bibliográfica:

A pesquisa bibliográfica (fonte secundária) levantou os aspectos teóricos, com informações acerca dos temas utilizados, apresentados no capítulo 2. Lakatos e Marconi

(2001) definem a pesquisa bibliográfica como sendo um apanhado geral sobre os principais trabalhos já realizados, revestidos de importância por serem capazes de fornecer dados atuais e relevantes relacionados com o tema.

Contatos Diretos:

Os contatos diretos foram realizados por meio de entrevistas com apoio de roteiros e observação de algumas etapas da gestão de resíduos sólidos urbanos nos dois municípios. Os critérios utilizados foram semelhantes aos de Pereira (1995), listados a seguir:

- Validade: buscou-se coletar dados possíveis de mensurar ou representar;
- Confiabilidade: buscou-se resultados semelhantes, em caso de repetição das buscas;
- Oportunidade: buscou-se a obtenção dos dados causando o mínimo de inconvenientes e sem interferir nas condições habituais de funcionamento dos serviços;
- Histórico: buscou-se coletar dados anteriores à pesquisa, para melhor compreensão das atuais situações.

As entrevistas com apoio dos roteiros de entrevista (Tabela 7) foram semiestruturadas a fim de atender aos objetivos gerais e específicos da pesquisa, mas também buscou captar a sensibilidade e conhecimento dos gestores. Para fornecer a comparação e a confiabilidade dos dados, as perguntas foram similares ou idênticas nas duas cidades.

As questões escolhidas basearam-se em 6 indicadores, que foram estabelecidos por meio da metodologia de diversos autores, como CEMPRE (2002), Grimberg e Blauth (1998), Aguiar (1999), Macêdo (2003) e SNIS (2008). Cabe ressaltar que, buscou-se atender os temas relacionados com a gestão dos RSU nos municípios da presente pesquisa, podendo ser necessária a adaptação das questões em aplicações futuras ou em outros municípios. Os indicadores definidos contemplam as seguintes áreas:

- Global:
 - População Total Atendida (hab/ano);
 - Densidade demográfica (hab/km²);

Geração RSU (t/dia);

Responsabilidade pela Gestão dos RSU;

Quadro de Funcionários (nº/secretaria);

Leis Municipais.

- Operacional:

Acondicionamento: Tipos de recipientes.

Coleta: População atendida (nº atendido/nº total);

Total de RSU coletados (t/dia);

Metodologia operacional;

Colaboradores (garis coletores/população);

Total coletado seletivamente (t/dia);

Pontos coletados (nºPEV ou nºresidências/semana);

Responsabilidade pela operação;

Frequencia (dias/turnos/semana);

Tempo total (h/dia);

Quilometragem percorrida (km/dia).

Transporte: Veículos (nº);

Capacidade de transporte (t/veículo);

Quilometragem percorrida (km/dia);

Manutenção (nº de vezes/mês).

Triagem: Volume triado (t/mês);

Eficiência (t triadas/t recebidas);

Colaboradores (funcionário/população);

Tempo (h trabalhadas/grupo);

Rejeito (%);

Quantidade materiais recuperados (%).

- Tratamentos: Tipos de tratamentos;
 Volume tratado (t/mês);
 Principais materiais e destinações.
- Disposição Final: Tipo de disposição final;
 Volume (t/mês);
 Acompanhamento (anos).
- Limpeza pública: Limpeza ruas (km varridos/km vias);
 Resíduos (t/mês).
- Econômicos:
 - Despesas de cada etapa operacional (\$/mês);
 - Formas de cobranças das taxas à população (\$/ano);
 - Relação das despesas e receitas total da gestão (\$ despesas/\$ receitas).
 - Social:
 - Geração de empregos em cada etapa operacional (n° pessoas/população);
 - Existência de catadores (n°/município);
 - Existência de programas de inclusão social.
 - Qualidade:
 - População participativa (%);
 - Satisfação da população (%);
 - Fiscalização das atividades de gestão dos RSU.
 - Político-Institucional:
 - Iniciativas;
 - Visão de futuro;
 - Transparência fiscal;
 - Despesa com Marketing e educação ambiental (\$/domicílio/ano).

As entrevistas foram individuais, com os responsáveis pela gestão dos resíduos sólidos urbanos de cada município e ocorreram nas repartições públicas, na medida em que havia disponibilidade de agenda dos entrevistados. Tanto em São Leopoldo, quanto em Zurique, elas ocorreram mais de uma vez, pois nem sempre o primeiro entrevistado possuía todas as informações, sendo que em São Leopoldo o número de vezes foi superior.

A Tabela 7 apresenta o roteiro utilizado durante as entrevistas nos órgãos gerenciais de resíduos sólidos em ambos os municípios.

Tabela 7 - Roteiro da entrevista aplicada aos gestores municipais

INDICADOR	QUESTÃO
Global	01. Quem é o responsável atual pela Gestão dos RSU no município?
	02. Quantos funcionários trabalham no departamento/secretaria responsável pela Gestão dos RSU e qual o tipo de formação de cada um deles?
	03. Há um Plano Diretor de Resíduos Sólidos Urbanos aprovado e implementado?
	04. A gestão dos RSU varia entre os diferentes bairros da cidade?
Operacional	
Acondicionamento	05. Quais são os tipos de acondicionamento de RSU?
	06. Existe algum padrão de recipiente ou forma de acondicionamento exigido pela Prefeitura?
	07. Os recipientes utilizados para o acondicionamento dos RSU são pagos?
Coleta	08. Como é feita a coleta dos RSU?
	09. Qual a população atendida?
	10. Quanto é coletado diariamente?
	11. Quem é o responsável pela coleta?
	12. Quantas pessoas trabalham realizando a coleta?
	13. Qual a frequência de coleta dos resíduos sólidos urbanos em cada bairro?
	14. Em quais turnos são realizadas as coletas?
	15. Existe coleta seletiva?
	16. Quanto é coletado diariamente (coleta seletiva)?
	17. Já houve coleta através de contêineres alguma vez? Como foi a experiência?
	18. É utilizada balança para a pesagem rotineira dos resíduos coletados?

Continua...

Continuação da Tabela 7:

Transporte	19. Os funcionários recebem algum tipo de treinamento?
	20. Qual o custo total da coleta?
	21. Qual o número de veículos destinados para o transporte dos resíduos?
	22. Qual o tipo de veículo (compactador/baú)?
	23. Qual a capacidade de transporte do veículo?
	24. Qual a idade dos veículos?
	25. Qual a frequência de manutenção desses veículos?
	26. Existe fiscalização dos veículos?
	27. Qual o custo total do transporte?
Tratamentos	28. Os resíduos são triados após a coleta?
	29. Qual o volume de resíduos triados?
	30. Quantas pessoas trabalham nesta atividade?
	31. Quantas horas ao dia os grupos de triagem trabalham?
	32. Quais são os principais problemas enfrentados na triagem dos resíduos?
	33. Qual o custo da etapa de triagem?
	34. Quais os tipos de tratamentos que os RSU sofrem (reciclagem, incineração, aterro, etc)?
	35. Por que a escolha deste tipo de tratamento?
	36. Qual o volume de materiais tratados?
	37. Qual o destino dos principais materiais tratados?
	38. Quantos colaboradores estão envolvidos nesta atividade?
	39. Qual a receita desta atividade?
40. Qual a despesa desta atividade?	
Disposição Final	41. Qual a disposição final dos RSU?
	42. Qual o volume encaminhado para destinação final?
	43. Qual o período de acompanhamento dos resíduos após a destinação final?
	44. Quantos colaboradores estão envolvidos nesta atividade?
	45. Qual a despesa para a destinação final?

Continua...

Continuação da Tabela 7:

Limpeza pública	46. Metodologia operacional.
	47. Quantos km de vias públicas são atendidas?
	48. Quantos colaboradores estão envolvidos nesta atividade?
	49. Valor contratual (preço unitário) do serviço de varrição manual em uma determinada data.
	50. O que é feito com os resíduos após a limpeza?
Econômico	51. A prefeitura cobra pelos serviços oferecidos para a população?
	52. Qual a forma de cobrança?
	53. Há variação entre os bairros quanto ao investimento de recursos financeiros para a Gestão dos RSU?
	54. Qual o gasto com empresas terceirizadas?
	55. A Prefeitura recebeu recursos federais para a gestão no ano de 2011?
Social	56. Existem catadores que realizam este serviço disperso na cidade?
	57. Os catadores participam de cooperativas ou associações?
	58. Quais os programas oferecidos pela Secretaria que envolvam questões sociais?
Qualidade	59. Quem atende as reclamações feitas pela população sobre os RSU?
	60. A quantidade de reclamações/sugestões é registrada?
	61. Existe alguma pesquisa de satisfação da população?
	62. Como é analisada a participação da população nos programas oferecidos pela Secretaria?
	63. Existem materiais de divulgação e de educação ambiental sobre os RSU?
	64. Quem é o responsável pela regulação e fiscalização dos serviços?
	65. O município fixou direitos e deveres dos usuários?
Político-Institucional	66. A Prefeitura alguma vez criou iniciativas ainda pouco utilizadas em outros municípios?
	67. Existe algum grupo voltado somente na busca de novas técnicas e projetos?
	68. Quais as metas do município para os próximos anos?
	69. Como a Prefeitura divulga seus projetos?
	70. Existem dados de verbas destinadas anuais para a educação ambiental da população?
	71. Existe divulgação das atividades realizadas pela Secretaria? Como?
	72. Existe divulgação dos gastos da Secretaria para a população?

No caso de São Leopoldo, a entrevista também foi realizada com a empresa contratada para realizar os serviços (Tabela 8).

Tabela 8 – Roteiro da entrevista realizada à empresa contratada pela Prefeitura de São Leopoldo

ETAPA	QUESTÃO
Gestão (empresa)	01. Qual a função da empresa?
	02. Desde quando a empresa presta este serviço à Prefeitura?
	03. Quantos funcionários trabalham na empresa?
	04. Quantos são do setor administrativo?
Operacional	
Acondicionamento	05. Quais são os tipos de acondicionamento dos RSU?
	06. Existe algum padrão de recipiente ou forma de acondicionamento exigido pela empresa?
	07. Os recipientes utilizados para o acondicionamento dos RSU são pagos?
Coleta	08. Como é feita a coleta dos RSU?
	09. Quanto é coletado diariamente?
	10. Quanto é coletado na coleta seletiva?
	11. Quantas pessoas trabalham realizando a coleta?
	12. Qual a frequência de coleta dos resíduos sólidos urbanos em cada bairro?
	13. Em quais turnos são realizadas as coletas?
	14. Já houve coleta através de contêineres alguma vez? Como foi a experiência?
	15. É utilizada balança para a pesagem rotineira dos resíduos coletados?
	16. Os funcionários recebem algum tipo de treinamento?
	17. Quais as principais dificuldades enfrentadas pela empresa no serviço prestado?
	18. Os funcionários recebem algum tipo de treinamento?
19. Os funcionários utilizam EPIs?	
Transporte	20. Qual o número de veículos utilizados para o transporte dos resíduos?
	21. Qual o tipo (compactador/baú)?
	22. Qual a capacidade de transporte dos veículos?
	23. Qual a idade dos veículos?
	24. Qual a frequência de manutenção desses veículos?

Continua...

Continuação da Tabela 8:

Tratamentos	25. A empresa possui alguma ligação com a etapa de triagem realizada no aterro sanitário? Qual?
	26. Qual o volume de resíduos triados?
	27. Quantas pessoas trabalham nesta atividade?
	28. Quantas horas ao dia os grupos de triagem trabalham?
Disposição Final	29. Quais os tipos de resíduos que a célula do aterro recebe?
	30. Qual o volume aterro diariamente?
	31. Qual o período de acompanhamento dos resíduos após a destinação final?
	32. Quantos colaboradores trabalham no aterro?
	33. A atual célula foi projetada para quantos anos de utilização?
Limpeza Pública	34. Quais os serviços realizados pela empresa?
	35. Quantos veículos a empresa possui para esta atividade?
	36. Quantos colaboradores trabalham no setor?
	37. O que é feito com os resíduos após a limpeza?
Econômico	38. A empresa pode fornecer quais seus gastos mensais? o valor arrecadado pela empresa?
	39. A empresa pode fornecer qual seu lucro mensal?
Qualidade	40. A empresa recebe reclamações diretamente da população?
	41. As atividades da empresa são fiscalizadas pela Prefeitura?
	42. Quais as principais dificuldades enfrentadas pela empresa em suas operações na cidade de São Leopoldo?
Político-Institucional	43. A empresa auxilia a Prefeitura com materiais de divulgação (por exemplo)?
	44. Quais as metas da empresa para os próximos anos?

As questões que não foram respondidas nas entrevistas, seja por falta de conhecimento dos entrevistados no momento do questionamento ou por falta de dados em mãos (principalmente em relação ao número de funcionários e dados volumétricos) foram abordadas novamente por e-mail e/ou contato telefônico.

A observação de algumas etapas da gestão dos resíduos sólidos ocorreu à medida que surgiam oportunidade de acompanhamento pessoal. Em São Leopoldo foi observada a forma de acondicionamento dos RSU pela população, a triagem realizada na esteira do aterro sanitário, a coleta regular dos resíduos, a compactação dos resíduos nas células do aterro, o

tratamento do lixiviado gerado e a varrição de algumas vias públicas. Em Zurique foi observada a forma de acondicionamento dos resíduos (bem como os tipos de recipientes) em algumas residências, a população na entrega dos resíduos nos Postos de Entrega Voluntária, as composteiras utilizadas pelos moradores, o encaminhamento dos resíduos coletados pelos caminhões da prefeitura para o incinerador, a seleção mecânica dos materiais incinerados, o controle computadorizado dos gases emitidos e a varrição de algumas vias públicas.

4.3.2 Mapeamento do Fluxo dos RSU

O Mapeamento do Fluxo dos RSU foi elaborado com base na simbologia e organização do Mapeamento do Fluxo de Valor de Rother Shook (1998).

No caso do mapeamento desenvolvido, iniciou-se com a geração dos RSU em cada cidade analisada (São Leopoldo e Zurique). O roteiro seguiu o caminho percorrido pelos resíduos e apresentou as informações de cada operação que eles sofrem.

Cabe reforçar que o Mapeamento do Fluxo dos RSU teve como objetivo principal o entendimento das operações, permitindo visualizar a gestão dos resíduos sólidos urbanos como um todo, e não como identificação de perdas e valores agregados encontrados no MFV de Rother e Shook.

O mapeamento dos RSU foi elaborado separadamente do mapeamento da limpeza pública, por se tratarem de níveis diferentes. A simbologia adotada está representada na Figura 13.




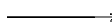


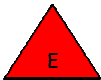

01		Geração dos Resíduos Sólidos Urbanos	02		Fluxo de Operação
03		Operação	04		Fluxo de Informação
05		Informação de estrutura	06		Informação financeira
07		Tempo de espera dos resíduos	08		Transporte

Figura 13 – Simbologia do Mapeamento de Fluxo dos RSU

A legenda 01 corresponde a geração dos Resíduos Sólidos Urbanos nos lares e comércios. A legenda 02 indica o fluxo da próxima operação e a legenda 03 denomina a operação em si (acondicionar, coletar, etc).

A legenda 04 indica o fluxo de informações de determinada operação, sendo que a 05 representa as informações relacionadas à estrutura (pessoas, veículos, volumes) e a 06 as informações financeiras envolvidas.

A legenda 07 corresponde a espera dos resíduos, sendo que, no caso do Mapeamento do Fluxo de Resíduos, esta espera é relacionada ao tempo que os RSU permanecem parados até a próxima operação. E por fim, a legenda 08 representa o transporte dos resíduos.

4.3.3 Análise dos dados

Conforme mencionado anteriormente, os dados coletados e inseridos no trabalho foram interpretados e discutidos ao longo da apresentação dos resultados. Segundo Marconi e Lakatos (2008), esta etapa garante um detalhamento sobre o processo, suas peculiaridades e estabelece relação com outros trabalhos publicados.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Alguns dos resultados aqui apresentados (principalmente a caracterização dos resíduos) são em realidade de outros trabalhos, mas o intuito dessa dissertação é organizar essas informações para posteriormente trabalharem-se as análises de gestão. Esses resultados foram obtidos ou nas revisões em literatura ou em sites das prefeituras. Também fez-se a opção de apresentar as respostas das entrevistas como texto e não diretamente citando-se as respostas obtidas em cada questão. No apêndice A essas respostas, na íntegra, estão apresentadas.

5.1 SÃO LEOPOLDO

São Leopoldo situa-se na região da Encosta Inferior do Nordeste do Rio Grande do Sul, possui uma área de 102,74 km² e representa 1,04% da área da Grande Porto Alegre, estando a 34 km da capital, conforme Figura 14 (IBGE, 2010).



Figura 14 - Localização de São Leopoldo, Brasil.

Fonte: IBGE (2010)

O clima é subtropical úmido, com verões quentes e invernos frios, sem estação seca (tipo "Cfa" na Classificação climática de Köppen). A temperatura média em janeiro é de 24,5°C e em julho de 14,3°C, com as temperaturas recordes de 40,7° em 1943 e em -4,0° em 1918. A média anual é de 19,4° aproximadamente, e a neve é relativamente rara, tendo sido observada no século XIX em 1879 e no século XX em 1910, 1984, 2000 e 2006. Não é incomum a presença de "veranicos" que fazem a temperatura subir para quase 30 graus por alguns dias em pleno inverno, bem como de dias bastante frios em estações quentes,

geralmente após as chamadas "chuvas de verão". A média anual de chuva é de 1324 mm e a cidade está a uma altitude de 26 metros acima do nível do mar (PMSL, 2010).

A história de São Leopoldo teve início em 1824, com a chegada dos primeiros imigrantes alemães, tornando-se vila em 1º de abril de 1846. Atualmente, segundo o IBGE (2010), a população é de 214.087 habitantes, o que corresponde a 2.083,79 hab/km².

São Leopoldo possui 24 bairros, são eles: Arroio da Manteiga, Boa Vista, Campestre, Campina, Centro, Cristo Rei, Duque de Caxias, Fazenda São Borja, Feitoria, Fião, Jardim América, Morro do Espelho, Padre Réus, Pinheiro, Rio Branco, Rio do Sinos, Santa Teresa, Santo André, Santos Dumont, São João Batista, São José, São Miguel, Scharlau e Vicentina.

O município de São Leopoldo ocupa o 12º lugar entre os municípios mais expressivos no PIB do Rio Grande do Sul, R\$ 2.934.147,00 (US\$ 1.696.039,00) em 2008 (FEE, 2010), e possui um diversificado parque industrial globalizado, além de expressivo setor comercial e de serviços.

Um dos destaques da cidade é a presença de uma universidade – Universidade do Vale dos Sinos (UNISINOS), que possui uma área de 90,55 hectares com 142,41 mil metros quadrados de área de preservação ecológica e 342,67 mil metros quadrados de jardins, sendo, por isso, considerada a maior universidade em área do Estado. A universidade concentra com 26.156 alunos, 1.194 professores e 1.962 funcionários (UNISINOS, 2012).

Em 2004, a Unisinos tornou-se a primeira universidade da América Latina e uma das cinco do mundo a receber a certificação ISO 14001, concedida a organizações comprometidas com o ambiente natural (UNISINOS, 2012).

5.1.1 Caracterização dos RSU de São Leopoldo

A caracterização quantitativa, qualitativa (composição gravimétrica) e legislação aplicável foram estabelecidas com o propósito de auxiliar na avaliação da gestão dos resíduos sólidos urbanos.

A quantidade de resíduos sólidos urbanos gerados é de difícil determinação e pode estar sub ou super estimada, pois mesmo existindo coleta em toda a cidade (segundo a Prefeitura Municipal), sabe-se que de fato nem todos os resíduos são destinados de tal forma. Em função disso, estima-se por meio da massa coletada, que é em torno de 178 toneladas diárias (sendo 170 toneladas destinadas à Central de Triagem principal, após a coleta regular,

e o restante encaminhado às outras Centrais de Triagem, vindo da Coleta Seletiva), correspondendo a 0,83 kg por habitante.

Quando analisado o valor de 0,83 kg/habitante de acordo com a tabela de Monteiro et al. (2001), pode-se dizer que a geração de resíduos em São Leopoldo está migrando para um valor esperado para um município de grande porte, com mais de 500.000 habitantes, estando fora da faixa de variação média para os municípios brasileiros, de 0,5 a 0,8 kg/hab.dia.

Em 2009, Moura, em parceria com a Prefeitura Municipal, realizou um trabalho de caracterização dos resíduos da coleta regular da cidade, levantando a composição gravimétrica e a densidade aparente dos resíduos de 7 setores de São Leopoldo.

A caracterização foi realizada no mês de outubro (2009), utilizando o método de quarteamento dos resíduos encaminhados à Unidade de Triagem dentro do Aterro Sanitário. A Tabela 9 apresenta o resultado da média geral dos dados (todos os setores avaliados).

Tabela 9 – Composição gravimétrica dos RSU de São Leopoldo

TIPO DE RESÍDUO	MÉDIA (kg)	DESVIO PADRÃO	%
Matéria Orgânica	116,1	30,3	58,6%
Plásticos Rígidos (PEAD, PVC, PP, PET)	7,4	2,3	3,7%
ISOPOR	0,7	0,6	0,3%
Plásticos Maleáveis	16,9	3,9	8,5%
TETRAPAK	2,6	0,8	1,3%
Papel/Papelão	26,3	9,4	13,3%
Vidro	3,4	4,0	1,7%
Metais Ferrosos	2,2	1,3	1,1%
Metais Não-Ferrosos	0,7	0,8	0,3%
Madeira	1,4	2,0	0,7%
Panos, Trapos, Couros	8,4	6,1	4,2%
Borrachas	0,7	0,7	0,3%
Contaminante Químico	0,4	1,0	0,2%
Pedra, Terra, Cerâmica	1,3	1,4	0,7%
Outros (contaminantes biológicos, eletrônicos, espumas)	8,9	5,4	4,5%

Fonte: Moura, 2009

Segundo o autor, o entendimento do desvio padrão das medidas ganha importância. Na avaliação dos resultados, o grupo *panos, trapos e couros* têm alto desvio padrão, enquanto que os grupos *madeira, borrachas, contaminantes químicos, e pedras, cerâmicas e terras* têm desvio padrão superior à média. Isto evidencia a ocorrência irregular destes grupos dentro do universo de trabalho. No grupo “outros” a média de 4,5% está aproximada da média nacional, que é de 5% (OLIVEIRA, 1997). A Figura 15 apresenta a composição gravimétrica, em massa úmida, determinada em São Leopoldo.

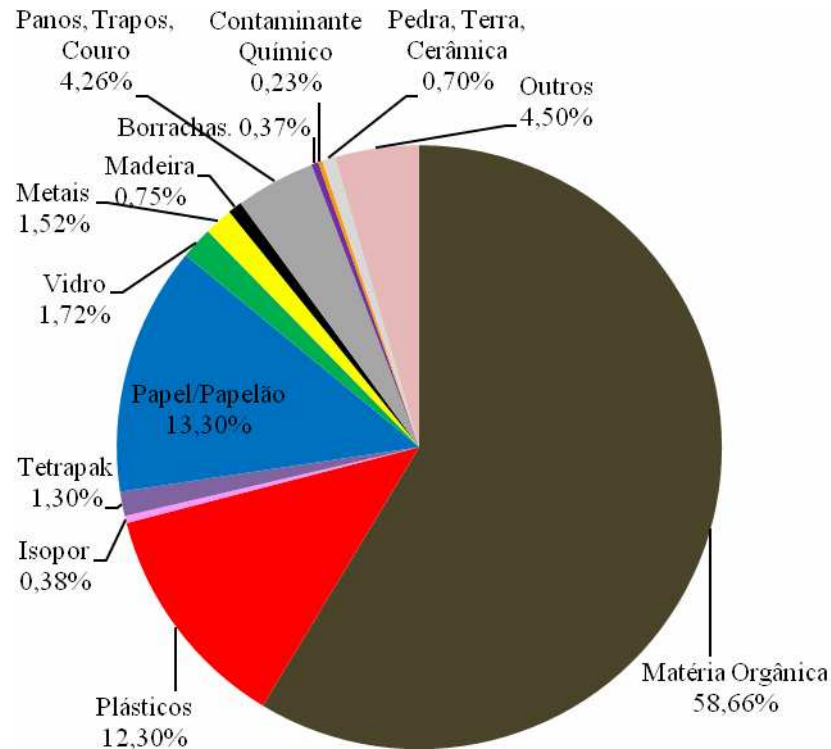


Figura 15 - Composição gravimétrica dos RSU (total)
 Fonte: Moura, 2009.

Observa-se que a fração orgânica é a mais representativa, apresentando uma média de 58,6%, este valor é superior ao gerado no país, de 52,5% (CONSONI; PERES; CASTRO, 2000).

Moura (2009) identificou também, nos resíduos sólidos urbanos de São Leopoldo, uma densidade aparente de 198,0 kg/m³, este dado é bastante relevante para o planejamento do sistema de coleta e transporte dos resíduos.

Já a análise quantitativa dos resíduos da coleta seletiva, pode ser feita através da tabela (Tabela 10) fornecida pelas Unidades de Triagem à prefeitura, dos materiais vendidos para a reciclagem no primeiro semestre de 2011.

Tabela 10 – Composição dos RSU da Coleta Seletiva de São Leopoldo

TIPO DE MATERIAL	JANEIRO – JUNHO 2011 (kg)
Alumínio Bandeja/Panela	20.128,50
Alumínio Chapa	37,00
Alumínio Grosso/Duro	92,50
Alumínio Latinha	2.969,50
Balde Bacia	7.101,00
Bombona 5 L	148,00
Cadeira	139,00
Caixarias	1.101,00
Canudo	2.750,00
Cartuchos de Impressora	16,00
Cobre	342,50
Cobre c/capa	199,00
Cobre misto	186,50
Colorido sopro	4.258,00
Filme Branco	16.596,00
Filme Colorido	18.389,00
Filme transparente	9.867,00
Garrafa 2 L	2.955,00
Garrafa 5 L	3.455,00
Garrafas de Cerveja	13,00
Garrafas de Suco	11.955,00
Inox	22,00
Jornal	52.649,00
Kraft	8.870,00
Leitoso	2.020,00
Metal	69,50
Mistão	27.361,00
Papel Branco	33.705,00
Papelão	96.664,00
PET Branco	14.412,00
PET Colorido	1.026,00
PET Cristal	5.891,00
PET Resina	585,00
PET verde	7.990,00
Plástico colorido	7.950,00
Plástico Mole Branco	9.078,00
PP	2.112,00
PP Filme	1.360,00
PP Margarina	6.106,00
PS Copinho	3.709,00
PUC	409,00
PVC	750,00
Ráfia	32.104,00
Raio-x	75,50
Resina	0,00
Revista	19.671,00
Sacolinha	4.579,00

Continua...

Continuação da Tabela 10:

Sucata ferrosa	47.823,00
Sucata Mista	14.376,00
Sucata Não Ferrosa	6.450,00
Tampinha	468,00
Caixas de leite longa vida	9.825,00
Outras embalagens longa vida	10.328,00
Vidro Inteiro (embalagens)	7.398,00
Vidro Quebrado (caco)	23.690,00

5.1.2 Caracterização da Gestão dos RSU de São Leopoldo

As informações a seguir apresentadas foram retiradas das respostas fornecidas nas entrevistas.

Histórico da Gestão

Antigamente, a gestão dos resíduos sólidos urbanos era realizada pela Secretaria de Obras de São Leopoldo, que se responsabilizava principalmente pela coleta dos resíduos. Mais tarde, a gestão passou a ser responsabilidade da Secretaria Municipal de Meio Ambiente - SEMMAM, por meio da criação do Departamento de Resíduos Sólidos.

No ano de 2000, a coleta regular dos resíduos sólidos urbanos atingiu 100% da cidade. A coleta seletiva teve início em 2005, ano em que a coleta regular passou a ser terceirizada. Em 2002 a empresa prestadora dos serviços, SL Ambiental, já havia sido contratada para recuperar a área do até então lixão municipal, onde havia famílias em condições precárias catando materiais para seu sustendo, muitas vezes em meio à presença de vetores transmissores de doenças. O lixão então foi transformado em aterro controlado, encerrado e de lá para cá já foram executados dois aterros sanitários.

O serviço de coleta seletiva, de 2005 até início de 2010, era realizado por cooperativas de reciclagem conveniadas com a administração municipal, sendo elas, a Uniciclar, a Atuori e a Coopernorte. O processo de coleta era feito de maneira compartilhada pelos recicladores, que realizavam um trabalho de porta em porta.

O sistema de coleta seletiva foi reformulado e ela passou a ser realizada também pela empresa SL Ambiental, o cronograma foi refeito e segue ao que existe atualmente. As cooperativas que realizavam a coleta passaram somente a triar os materiais e houve a inserção de novos grupos.

Em abril de 2002 o aterro municipal recebeu 2.700 toneladas de resíduos, sendo que no mesmo mês de 2011 (existindo a coleta seletiva), recebeu 3.800 toneladas. A capacidade do aterro foi estimada em 8 anos, sendo que na época da entrevista ele permanecia em operação. Hoje a SL Ambiental opera, desde novembro/2011, novo aterro em área adjacente à antiga. Na antiga permanece em funcionamento a estrutura da maior Central de Triagem do município.

As atividades do Departamento de Resíduos Sólidos da SEMMAM foram aumentando ao longo dos anos, e, tanto o corpo técnico quanto os demais colaboradores da Secretaria acabavam dedicando grande parte do seu tempo às atividades relacionadas ao Departamento. Surgiu assim a necessidade de criação de uma nova Secretaria. Em 2010 foi instituída a Secretaria Municipal de Limpeza Pública - SELIMP, com seu próprio espaço e corpo técnico, atuando até a presente data.

Gestão atual – Aspectos Administrativos

A Secretaria Municipal de Limpeza Pública está instalada no bairro Scharlau, onde está localizado o setor de administração, garagem e depósito de materiais. Ela conta com um quantitativo de 51 colaboradores, sendo 39 deles efetivos, 07 estagiários e 05 em cargos de confiança. Apenas 02 colaboradores possuem ensino superior completo, mas a Secretaria informou que em breve irá aumentar seu corpo técnico. Também relatou que ainda não possui departamentos/diretorias e está se organizando quanto às divisões.

A Secretaria é responsável por toda a gestão dos resíduos sólidos urbanos do município, porém sua operação direta está apenas no reforço de capina, roçada e varrição, além do recolhimento de entulhos. As demais atividades operacionais referentes aos resíduos sólidos de São Leopoldo são terceirizadas, fazendo parte dos 34,5% municípios brasileiros que encaminham se utilizam de serviços de empresas privadas, sob o regime de concessão pública ou terceirização, segundo a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico - PNSB de 2008 (IBGE, 2010). Porém, cabe destacar que de acordo com a mesma pesquisa, no Rio Grande do Sul, 60,2% dos municípios dispõem de entidades privadas atuando no setor, sendo a maior percentagem do país, o que indica uma tendência de terceirização nas cidades do Estado.

A Prefeitura firmou o contrato de prestação de serviços com a empresa SL Ambiental, por meio de processo licitatório em 2005, tendo validade de 20 anos. A empresa executa as seguintes atividades: coleta dos resíduos domiciliares, coleta e tratamento dos resíduos sólidos de Serviços de Saúde, varrição e capina de vias e logradouros públicos,

operação do aterro sanitário (resíduos domiciliares), operação da Central de Triagem e resíduos extradomiciliar (restos de poda e entulho).

A SL Ambiental atua também em outras 20 cidades do Brasil, sendo que no Rio Grande do Sul atende aos municípios de Canoas, Novo Hamburgo, Farroupilha, Rio Grande e São Leopoldo. Em São Leopoldo emprega 170 pessoas.

O sistema de cobrança da população pelos serviços realizados pela SELIMP faz parte do imposto (IPTU) cobrado anualmente pela Prefeitura por meio da “Taxa de Lixo”. O valor varia de acordo com a área do imóvel, o que não auxilia na minimização da geração de resíduos, pois o número de moradores em cada residência varia muito.

Atualmente são gastos cerca de R\$ 1.400.000,00 (US\$ 809.249,00) ao mês (referência: maio de 2011) apenas com o pagamento à empresa SL Ambiental, sendo que a empresa realiza também o serviço de coleta dos resíduos de saúde. Segundo o Secretário da SELIMP, a receita do município com a Taxa de Lixo cobre apenas 30% dos custos, sendo os 70% restantes pagos com recursos de outros setores.

De acordo com o PNSB (2008), o manejo dos resíduos sólidos urbanos exerce um forte impacto no orçamento das administrações municipais, podendo atingir 20% dos gastos da municipalidade. Usando como exemplo uma residência de 180m², o valor para taxa é de R\$ 96,09 (US\$ 55,54), ou seja, R\$ 0,53/m² (US\$0,31/m²). Como comparação, a taxa cobrada em Porto Alegre, denominada “taxa de lixo”, em 2012 foi de R\$ 2,44/m² (US\$ 1,41/m²) (GOMES, 2012).

Já na cidade de Igrejinha (interior do Estado do Rio Grande do Sul), a taxa denominada “Taxa de Serviço Urbano” também varia de acordo com a área, mas é diferenciada entre: terreno, prédio residencial ou prédio comercial. A taxa mínima para um prédio residencial (até 30m²), por exemplo, é de R\$ 23,17 (US\$ 13,39) e a máxima (acima de 301m²) é de R\$ 73,36 (US\$ 42,40). O valor mínimo para terrenos (até 300m²) é de R\$ 11,56 (US\$6,68) e o máximo (acima de 1.201m²) é de R\$ 29,58 (US\$ 17,10). Finalmente, para os prédios não residências, o valor mínimo é de R\$ 20,55 (US\$ 11,88) (até 50m²) e o máximo R\$ 88,78 (US\$ 51,32) (acima de 401m²) (GONÇALVES, 2012).

São Leopoldo conta com um Programa de Gerenciamento Interno de Resíduos Sólidos: PRÓ-GIRS sob a Lei Municipal n° 6085 de 2006. O PRO-GIRS busca atender as Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico e organizar o gerenciamento interno de

resíduos sólidos por parte dos estabelecimentos privados ou públicos da cidade. Existe também o Decreto N° 6276/2009 que estabelece os direitos e deveres dos usuários.

A Secretaria de Limpeza Pública atende as reclamações da população através de telefone e e-mail, e, conforme relatado, elas ocorrem principalmente em relação à coleta. Para divulgação dos projetos, cronograma de coleta e educação ambiental, são distribuídos materiais como folders em escolas e residências.

Segundo o secretário, as próximas metas são relacionadas ao cumprimento do Plano Nacional de Resíduos Sólidos, Lei Orgânica do município, ampliação da coleta seletiva e elaboração do Plano de Resíduos Sólidos. A Secretaria pretende também destinar os resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE) para a reciclagem em parceria com alguma empresa e reforçar a responsabilidade dos comerciantes de lâmpadas fluorescentes para receberem as mesmas após o consumo, conforme já preconiza a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Por fim, a SELIMP quer contratar fiscais próprios, pois atualmente eles são cedidos pela SEMMAM, sendo em número insuficiente para o controle de todas as atividades.

A Prefeitura Municipal não recebe nenhum tipo de subsídio do governo federal, mas informa que está ciente de que é possível obter ajuda por meio do encaminhamento de projetos, por isso pretende destinar esta função a um dos técnicos para captar recursos.

Etapa operacional: Acondicionamento dos RSU

De acordo com o regulamento municipal, os resíduos sólidos urbanos devem ser devidamente acondicionados, porém não segue nenhum padrão oficial de embalagem definido pela Prefeitura. A população em geral dispõe seus resíduos em sacos e sacolas plásticas (Figura 16) ou ainda em caixas de papelão.

Sem um tipo de acondicionamento padrão, é muito comum a mistura dos materiais recicláveis, pois as embalagens utilizadas são de fácil depredação, muitas vezes ficam abertas, expostas à ação da chuva e animais de rua. Materiais como papel e papelão acabam entrando em contato com resíduos molhados, o que faz com que os mesmos não possam mais ser reciclados ou minimamente tenham seu valor de comercialização reduzido.

Outro cenário preocupante são os possíveis alagamentos da cidade. Nesse caso, sem um recipiente fechado, as sacolas acabam movimentando-se pelas ruas e causando obstrução dos córregos e redes pluviais, o que pode comprometer sistemas de drenagem urbana promovendo eventos do tipo Enchentes (Figura 17).



Figura 16 - Acondicionamento dos resíduos em frente a uma residência em São Leopoldo



Figura 17 - Acondicionamento dos resíduos em sacolas plásticas e colocados na frente de uma residência em São Leopoldo diretamente no solo, sem uma lixeira que proteja o material até a coleta

Um caso isolado no município é a utilização de contêineres no bairro Morro do Paula, em função de o local ser de difícil acesso aos caminhões. Esses contêineres são provenientes de uma experiência ocorrida em 2009, quando a empresa SL Ambiental distribuiu cerca de 500 unidades pela cidade. Segundo a empresa, ocorreram e ainda ocorrem seguidas depredações dos recipientes (Figura 18), exigindo substituições, o que causou mais investimentos, uma vez que o valor de cada unidade é de cerca de R\$ 500,00 (US\$ 289,00).



Figura 18 - Contêiner recolhido em São Leopoldo em consequência da depredação

Apesar de não existir nenhuma lei que defina os tipos de recipientes que devam ser utilizados pela população, o Decreto N° 276 de 2009 veta dispor os resíduos fora do

horário e frequência estabelecidos no calendário oficial da coleta seletiva, além de não permitir que os resíduos permaneçam na rua por um período superior a duas horas antes da coleta. Não foi possível verificar nenhuma ação no caso de ocorrer o descumprimento dessa regra, principalmente pela pouca fiscalização.

Etapa Operacional: Coleta e Transporte dos RSU

O sistema de coleta de São Leopoldo, conforme Figura 19, é dividido em coleta seletiva porta a porta (Coleta A); coleta regular também no sistema porta a porta (Coleta B); e a coleta informal realizada pelos catadores da cidade (Coleta C).

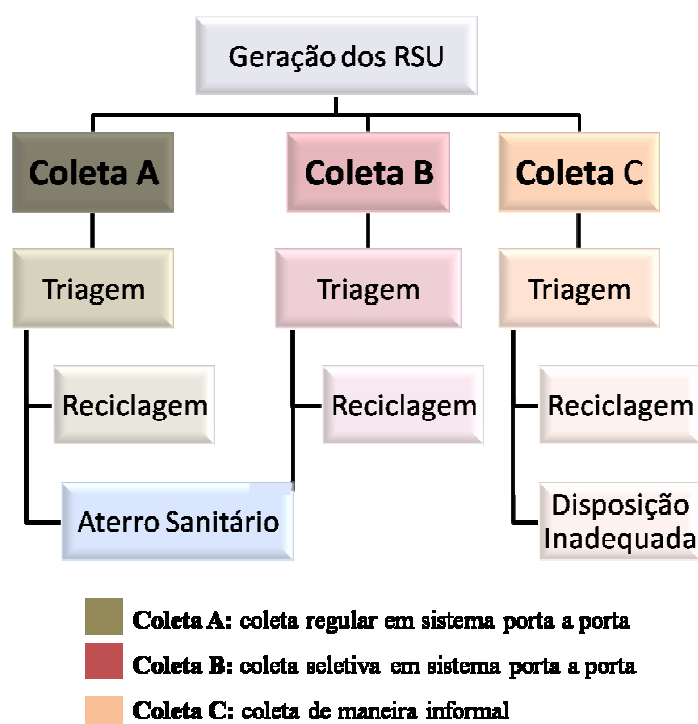


Figura 19 – Fluxograma representando o sistema de coleta dos RSU em São Leopoldo.

Segundo a prefeitura municipal, o programa de coleta seletiva atinge todos os bairros da área urbana do município e é realizado pela empresa SL Ambiental. Todos os resíduos recicláveis, não putrescíveis, como papéis, plásticos, metais, vidros e óleo de cozinha são coletados. Somente o bairro São José manteve a antiga metodologia de coleta seletiva feita pelos colaboradores da Cooperativa Uniciclar, uma vez por semana, em função do seu histórico com os moradores e projetos sociais.

A coleta do óleo e gordura hidrogenada faz parte de um programa social chamado “Mundo Limpo”, por meio do qual todo o resíduo é doado para uma entidade que o recicla e o transforma em produtos, como sabão e sabonetes, gerando renda para famílias.

A coleta seletiva ocorre uma vez por semana em cada bairro, das 8h às 17h. O cronograma foi estabelecido pela SELIMP e consta do Decreto N° 276 de 2009 (Quadro 5). A coleta atinge ainda mais 100 pontos, entre eles escolas municipais e estaduais, órgãos públicos da administração municipal e federal, locais onde os materiais são separados para posterior coleta do caminhão da SELIMP. Já as empresas que geram grandes quantidades de resíduos são responsáveis por transportá-los à Central de Triagem/Aterro sanitário e efetuam pagamento de taxa para dispor o que não é reciclável.

O recolhimento dos resíduos putrescíveis e não recicláveis faz parte da coleta regular realizada pela SL Ambiental. A coleta regular ocorre três vezes por semana, em dois turnos (7h às 15h e 19h às 3h), exceto no Centro onde a coleta ocorre todos os dias da semana, em função da grande quantidade gerada (Quadro 6). A empresa SL Ambiental relatou que seguidamente os colaboradores trabalham das 7h às 18h, pois o volume de resíduos é maior do que o esperado.

Quadro 6 – Cronograma da Coleta Regular e Seletiva de São Leopoldo

COLETA REGULAR			COLETA SELETIVA		
Bairro	Turno	Frequencia	Bairro	Turno	Frequencia
Centro - Fião	Noturno: 19h-3h	Diário	Centro - Fião	Diurno: 8h-17h	Segundas, Quartas e Sextas
Cristo Rei Padre Réus Santa Tereza São João Batista	Noturno: 19h-3h	Segundas, Quartas e Sextas	Vila Brasília Vila Berger Vila Elza Parque Mauá Tancredo Neves Santa Marta Vila Baum (até a Rua 02) Morro do Espelho	Diurno: 8h-17h	Terças
Morro do Espelho Santa Tereza Jardim América	Noturno: 19h-3h	Segundas, Quartas e Sextas	Parque Itapema Bela Vista Jardim Luciana Vila Baum (até a rua João de Barro) Santa Ana Santa Helena	Diurno: 8h-17h	Quintas
Santo André Rio Branco Fazenda São Borja Campestre	Noturno: 19h-3h	Segundas, Quartas e Sextas	Vila Brás Santos Dumont Bom Fim	Diurno: 8h-17h	Sextas
Scharlau Santos Dumont	Noturno: 19h-3h	Terças, Quintas e Sábados	Rio dos Sinos Pinheiros Vila Progresso	Diurno: 8h-17h	Terças
São José Pinheiros Feitoria Rio dos Sinos	Noturno: 19h-3h	Terças, Quintas e Sábados	Madezatti São Geraldo Imigrantes Independência	Diurno: 8h-17h	Sextas
Campina Scharlau	Noturno: 19h-3h	Terças, Quintas e Sábados	Cohab Feitoria Uirapuru Seller (até Av. Integração) Campina	Diurno: 8h-17h	Quartas
Boa Vista Arroio da Manteiga	Diurno: 7h- 15h	Segundas, Quartas e Sextas	Vila Nova Campestre Jardim das Acácias Jardim Cora Seller	Diurno: 8h-17h	Segundas

Continua...

Continuação do Quadro 6:

Vicentina São João Batista São Miguel	Diurno: 7h-15h	Segundas, Quartas e Sextas	Rio Branco Santo André Vila Born Scharlau	Diurno: 8h-17h	Quintas
São Miguel Campina Arroio da Manteiga	Diurno: 7h-15h	Segundas, Quartas e Sextas	Jardim América	Diurno: 8h-17h	Terças
Santos Dumont Rio dos Sinos	Diurno: 7h-15h	Segundas, Quartas e Sextas	Santa Tereza Vila Esperança Cohab Duque Monte Blanco Barreiras	Diurno: 8h-17h	Quintas
Fazenda São Borja Duque de Caxias	Diurno: 7h-15h	Terças, Quintas e Sábados	Padre Réus Duque de Caxias Cristo Rei Vila Otacília São João Batista	Diurno: 8h-17h	Segundas
Feitoria	Diurno: 7h-15h	Terças, Quintas e Sábados	Vicentina Vila Paim São Miguel	Diurno: 8h-17h	Quintas
Campestre Feitoria	Diurno: 7h-15h	Terças, Quintas e Sábados			
Feitoria	Diurno: 7h-15h	Terças, Quintas e Sábados			

Pelo quadro 6 verifica-se que os setores de coleta não são os mesmos para a coleta regular e para a seletiva. Provavelmente isto se deve ao fato da coleta seletiva ter implantação mais recente e pode comprometer a fiscalização. Também o treinamento dos motoristas dos caminhões nas rotas de coleta torna-se uma atividade complexa, uma vez que para cada atividade os bairros diferem.

Tanto a coleta seletiva quanto a regular são feitas no sistema porta a porta. Utilizando-se dos dados da RGE – Rio Grande Energia pode-se afirmar assim que mais de 70.000 logradouros são atendidos em São Leopoldo.

A empresa SL Ambiental informou que a coleta é controlada por meio de GPS instalado em cada caminhão. A população pode se informar quanto ao horário que o caminhão irá passar na sua rua ou efetuar reclamações/sugestões via telefone. Segundo a SELIMP o município nunca teve a experiência de coleta seletiva do tipo “entrega voluntária” e teme que este tipo de coleta possa ser de difícil implantação em função do vandalismo aos recipientes.

O custo aos cofres públicos de São Leopoldo, segundo a SELIMP, com o pagamento da coleta regular (terceirizada) foi calculado, em maio/2011, em R\$ 104,20/tonelada (US\$ 60,23/tonelada). A Coleta Seletiva é considerada um serviço

diferenciado, tendo um outro contrato firmado, cujo valor não foi informado, somente o uso dos caminhões, que foi de R\$ 76.020,00 (US\$ 43.942). Já o custo com os caminhões e retro escavadeiras para recolhimento de entulhos (pequenos geradores) foi de R\$ 202.841,43 (US\$ 117.249). As despesas com esse serviço para os grandes geradores (mais de 1m³/dia) corre por conta do gerador.

A SL Ambiental não informou quanto recebe para efetuar cada operação, mas declarou que possui 65 colaboradores atuando diretamente na coleta dos resíduos. Todos passam por capacitação de função e recebem equipamentos de proteção individual (Figura 20). A coleta é uma das principais atividades fiscalizadas pela SELIMP, sendo que a Secretaria possui um fiscal durante o dia e outro durante a noite acompanhando o serviço.



Figura 20 – Colaboradores em suas atividades de coleta

Conforme apresentado, um dos principais gastos da coleta é com a frota de caminhões que circulam na cidade. Atualmente existem 6 caminhões compactadores (4 com 8 toneladas de capacidade e 2 com 12 toneladas) (Figura 21), utilizados na coleta regular e 5 caminhões do tipo baú (3 toneladas de capacidade) para a coleta seletiva (Figura 22). Os caminhões compactadores chegam a rodar, em média 21.000 km/mês e os basculantes 9.000 km/mês.

Todos os veículos recebem manutenção preventiva, como lavagem e troca de óleo. A empresa informou que os caminhões compactadores são considerados antigos, de 2005. Está previsto que em 2012 todos serão substituídos por caminhões novos.



Figura 21– Caminhão do tipo compactador utilizado na coleta regular dos resíduos



Figura 22 - Caminhão do tipo baú utilizado na coleta seletiva dos resíduos

A SL Ambiental relatou que as principais dificuldades enfrentadas em São Leopoldo são referentes à educação da população, principalmente quanto a separação dos resíduos, acondicionamento em sacos corretamente, cumprimento dos dias e horários de coleta. Os coletores sofrem ataques constantes de animais domésticos, em decorrência da disposição dos resíduos em locais inapropriados.

A empresa relata também que o acesso dos caminhões em alguns bairros da periferia é de extrema dificuldade, principalmente em dias chuvosos, já nos bairros centrais a dificuldade refere-se ao tráfego intenso de veículos.

Etapa Operacional: Triagem dos RSU

Todo o material proveniente da coleta seletiva é encaminhado às Unidades de Triagem, que são operadas por Cooperativas (Figura 23). No total são seis Unidades de Triagem: Associação dos Trabalhadores Urbanos de Materiais Recicláveis Orgânicos e Inorgânicos – Reciclagem e Horta Viva; Associação de Reciclagem Nova Conquista; Associação dos Catadores e Recicladores do Município de São Leopoldo – UNICICLAR; Associação dos Carroceiros da Cidade de São Leopoldo – ACCSL e Associação de Geração de Trabalho e Renda Univale. Além das cooperativas citadas, ainda existe uma que opera no aterro sanitário, Cooperativa de Catadores de Resíduos de São Leopoldo – Cooperesíduos, triando os resíduos da coleta regular.

Segundo a SELIMP, são cerca de 100 famílias distribuídas entre as 05 cooperativas, que triam os materiais. Grande parte dessas pessoas já realizavam a atividade anteriormente, de maneira informal.



Figura 23 – Triagem dos resíduos na cooperativa Cooperesíduos

As cooperativas são conveniadas com a administração municipal, que fornece o espaço físico, equipamentos, luz e água. Elas também recebem um subsídio trimestral de R\$ 4.500,00 (US\$ 2.601) sendo que esse abono é para possíveis reparos e manutenções. Uma das condições para que as cooperativas recebam tal ajuda financeira é o encaminhamento de relatórios mensais e reuniões semanais, porém nem todas cumprem com o acordo, principalmente no que diz respeito ao envio dos relatórios mensais. A Cooperesíduos é a única unidade em que os custos com água, energia e a fiscalização são arcados pela SL Ambiental, em função de estar localizada dentro da área do aterro sanitário.

Os resíduos são encaminhados para cada Unidade de Triagem em sistema de rodízio, todas recebem o material de todos os setores da cidade. Não existe balança de pesagem em todas as cooperativas, em razão disso, a precisão dos valores enviados para triagem não é exata, mas segundo a SELIMP fica em torno de 50 toneladas ao dia, dado estimado por meio do peso dos resíduos nos caminhões coletores.

A Tabela 11, apresentada um resumo baseado nos dados fornecidos da venda de cada material, no primeiro semestre de 2011, para a reciclagem, em cada cooperativa. Apenas a média da cooperativa Horta Viva foi feita com os dados somente dos meses de janeiro e junho de 2011, pois o local ficou um período interditado em razão de um incêndio ocorrido em fevereiro.

Tabela 11 - Materiais comercializados pelas cooperativas em 2011/01

UNIDADE DE TRIAGEM	VOLUME MÉDIO COLETADO (t/mês)	VOLUME MÉDIO TRIADO (t/mês)	EFICIÊNCIA TRIAGEM média mensal (%)
Associação dos Carroceiros da Cidade de São Leopoldo – ACCSL	50	14	28
Associação de Reciclagem Nova Conquista	50	41	82
Associação dos Trabalhadores Urbanos de Materiais Recicláveis Orgânicos e Inorgânicos – Reciclagem e Horta Viva	50	17	34
Associação de Geração de Trabalho e Renda Univale	50	10	20
Associação dos Catadores e Recicladores do Município de São Leopoldo – UNICICLAR	50	28	56
Resultado médio do município de São Leopoldo	250	110	44

A Secretaria informou que nem sempre os dados de cada material são exatos, pois não existe uma padronização nas categorias para nominar os resíduos triados. Este fator dificulta os relatórios semestrais de todas as unidades, que considera uma lista de 32 tipos de materiais, muitas vezes não sendo computados no valor final aqueles materiais triados em uma cooperativa isoladamente.

Pode-se usar como exemplo, o caso da cooperativa Univale, que apresentou relatório dos meses de fevereiro, março e abril de 2011, com média de 22.000 kg/mês de materiais vendidos para reciclagem. Na tabela semestral da SELIMP, a média (apenas desses 3 meses) dos mesmos meses da cooperativa corresponde a 18 t/mês.

Em razão da diferença entre os dados fornecidos pelas Unidades de Triagem, pela Prefeitura Municipal e pela empresa coletora, SL Ambiental, é visto que esta etapa dentro do sistema de gestão dos RSU carece de informações precisas e dificulta a avaliação como um todo. Porém, é possível afirmar mesmo assim, uma vez que foi inclusive confirmado pelos entrevistados, que a taxa de triagem poderia ser superior se a população colaborasse mais com a coleta seletiva e se as cooperativas otimizassem a atividade.

A cooperativa que opera no aterro sanitário, Cooperesíduos, recebeu no mês de abril (2011), 3.700 toneladas de resíduos. Desses, apenas 241 toneladas foram de materiais recicláveis posteriormente vendidos (6,5%). O espaço para triagem e a capacidade da esteira foi projetado em 2005 para receber 90 toneladas ao dia, mas atualmente recebe 150 toneladas, o que representa uma grande perda de materiais para o aterro. É visível a necessidade de aquisição de mais uma esteira ou de iniciar-se a retriagem, embora a atividade já ocorra em dois turnos de 8 horas cada. A equipe, composta por 23 cooperados, tria, em média, 10 toneladas de resíduos ao dia (10 t em 8h por 23 coop. = 0,43t/func.dia = 54kg triados/func.h). Pessin et al. (2006) avaliaram a triagem em Arapongas – PR e identificaram uma eficiência de 7,5% no processo. Por outro lado, Gomes (2010) compara estes números e avalia que para apenas 1% a mais de eficiência a CT Paranaense emprega 89 funcionários que trabalham 12h diárias, comparado com São Leopoldo que opera com 23 cooperados atuando 8h.

A Unidade Cooperesíduos conta com 120 cooperativados e sua renda mensal é de cerca de R\$ 500,00 (US\$ 289) a R\$ 600,00 (US\$ 347). Além da triagem dos resíduos da coleta regular, a Unidade recebe os resíduos da Unisinos, os quais chegam previamente segregados e constituem-se quase que totalmente de materiais recicláveis.

Hernandes (2011) descreve que mesmo que as Unidades de Triagem de São Leopoldo realizem um trabalho com baixo custo para a administração pública garantindo economia quanto ao custo com novos aterros, bem como garantindo a diminuição da exclusão social por meio da geração de trabalho e renda, as ações relativas ao gerenciamento de RSU, ainda não contemplam as questões sociais e sociológicas e por este motivo tais atores ainda sentem-se excluídos e marginalizados.

A autora relata também, e a Secretaria confirma, que os cooperativados apresentam dificuldades de diversas ordens, entre elas, o desconhecimento quanto aos tipos de resíduos que recebem (perigosos, biológicos, químicos etc.), a falta de registro de informações sobre o processo produtivo, uma pequena jornada de trabalho assim como desconhecimento quanto aos fatores que podem realmente influenciar a produtividade em suas atividades.

Outro problema enfrentado é a presença de catadores informais. A Secretaria não tem estimativa de quantas pessoas realizam este trabalho na cidade e nem quanto de resíduos recicláveis são desviados antes da coleta seletiva.

Etapa Operacional: Tratamentos e Destinação Final dos RSU

Todo material que é triado nas cooperativas é vendido para cerca de 20 empresas ou atravessadores, que vendem posteriormente às indústrias que reciclam e introduzem os materiais novamente na cadeia produtiva. A receita adquirida com a reciclagem, cerca de R\$ 254.000 (US\$ 146.821), é dividida entre os cooperativados, após o desconto das despesas. Uma alternativa para aumentar o lucro com a venda dos materiais seria a negociação diretamente com as indústrias compradoras, pelo menos as localizadas próximas de São Leopoldo.

No primeiro semestre de 2011 foram reciclados cerca de 2.042 toneladas de resíduos sólidos urbanos (596 toneladas das 05 cooperativas da coleta seletiva e 1.446 toneladas da cooperativa da coleta regular). Esses materiais deixaram de ser encaminhados ao aterro sanitário, contribuíram com o sustento das famílias envolvidas com a triagem e substituíram o uso de matéria-prima virgem. Os resíduos putrescíveis, a maioria, poderiam ter o mesmo destino, através de um sistema de compostagem, o que não existe no município

Atualmente os resíduos putrescíveis e os que não são passíveis de reciclagem por não terem sido triados nas Cooperativas são encaminhados ao Aterro Sanitário do município, também operado pela empresa SL Ambiental.

O Aterro de São Leopoldo recebe resíduos há vários anos, sendo operado em três etapas ou áreas distintas de locais para disposição de resíduos: um aterro controlado e dois aterros sanitários, fase I e II. A área está licenciada, também, para o recebimento e tratamento final dos Resíduos de Serviços de Saúde em Unidade de Autoclavação lá instalada. O aterro está localizado conforme imagem de satélite apresentada na Figura 24.

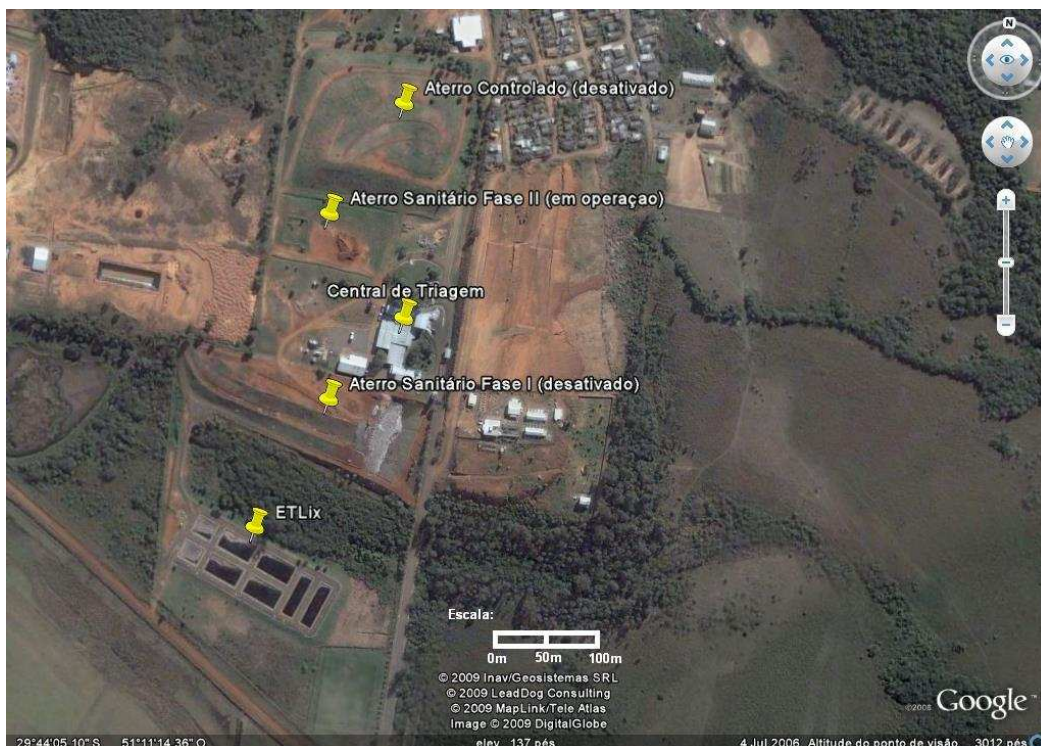


Figura 24 - Foto Aérea das lagoas de tratamento do Aterro de São Leopoldo e entorno
 Fonte: Caetano (2009).

O aterro conta com 10 colaboradores da empresa SL Ambiental, 04 da prefeitura municipal e alguns terceirizados (operadores de máquinas e vigilantes), atuando na operação, manutenção e controle. Os resíduos dispostos nos Aterros Sanitários e Controlados geram, conseqüentemente, lixiviado que é tratado em um tanque de equalização, 2 lagoas anaeróbias, 4 lagoas facultativas e 2 lagoas de maturação, sendo complementada com um Evaporador de Lixiviados (CAETANO, 2009).

A administração municipal pagou em maio (2011) R\$ 320.253,45 (US\$ 185.118) para dispor os resíduos no aterro, ou seja, R\$ 83,81 por tonelada (US\$ 48,46/tonelada). A empresa SL Ambiental não informou seu custo de operação. Na unidade de triagem e pesagem dos materiais há um fiscal da prefeitura conferindo os volumes indicados na balança para comparação com os relatórios enviados mensalmente pela empresa. São enviados também, semestralmente, relatórios ao órgão estadual de meio ambiente – FEPAM.

A previsão de encerramento do aterro era para o final do primeiro semestre de 2012, mas em razão da falta de espaço na célula, o novo aterro sanitário de São Leopoldo foi inaugurado em novembro de 2011.

Etapa Operacional: Limpeza Pública

O serviço de limpeza pública em São Leopoldo como, varrição das vias, roçada, capina e pintura de meio-fio é realizado pela SL Ambiental. O trabalho é feito manualmente pelos integrantes do grupo composto por 50 colaboradores, sendo que a atividade de roçada é dividida em 03 grupos, uma para avenidas, outra para bairros e a terceira para praças e cemitérios.

A equipe de trabalho conta com 03 caminhões e, segundo a empresa, não existe estimativa de qual o volume é gerado mensalmente nessa atividade. A SL Ambiental informou também que estes resíduos são encaminhados para a Prefeitura Municipal de São Leopoldo, que se prontifica a destiná-los em aterros de inertes existentes no município.

Em maio de 2011, o valor pago pela prefeitura para capina e varrição de 120 km de vias foi de R\$ 102.077,31 (US\$ 59.004), ou seja, aproximadamente R\$ 850,00/km (US\$ 491). Para roçada, capina e pintura de meio fio de avenidas foi pago R\$ 126.578,64 (US\$ 73.167) e para capina e roçada de 95 praças da cidade o valor foi de R\$ 78.812,18 (US\$ 45556). Esse valor resulta, em média, a R\$ 830,00/ praça (US\$ 480).

Além da limpeza pública terceirizada, a Secretaria de Limpeza Pública possui sua própria equipe, composta por 28 pessoas, 02 caminhões e 01 retroescavadeira. Ela é responsável pela coleta de entulhos na cidade e manutenção da limpeza de ruas que não são atendidas pela SL Ambiental, pois segundo o secretário da SELIMP, a cidade possui cerca de 1.200 km de vias que necessitam de serviços, e no verão a frequência é ainda maior.

5.1.3 Mapeamento do Fluxo de Resíduos Sólidos Urbanos em São Leopoldo

Conforme apresentado na metodologia, os dados coletados nas entrevistas foram “transformados” em um fluxograma. O mapeamento descreveu ilustrativamente as etapas de gerenciamento atuais e permitiu novas análises.

A Figura 25 demonstra os fluxos das operações e informações (infraestrutura e dados sobre RSU e valores financeiros) na cidade de São Leopoldo.

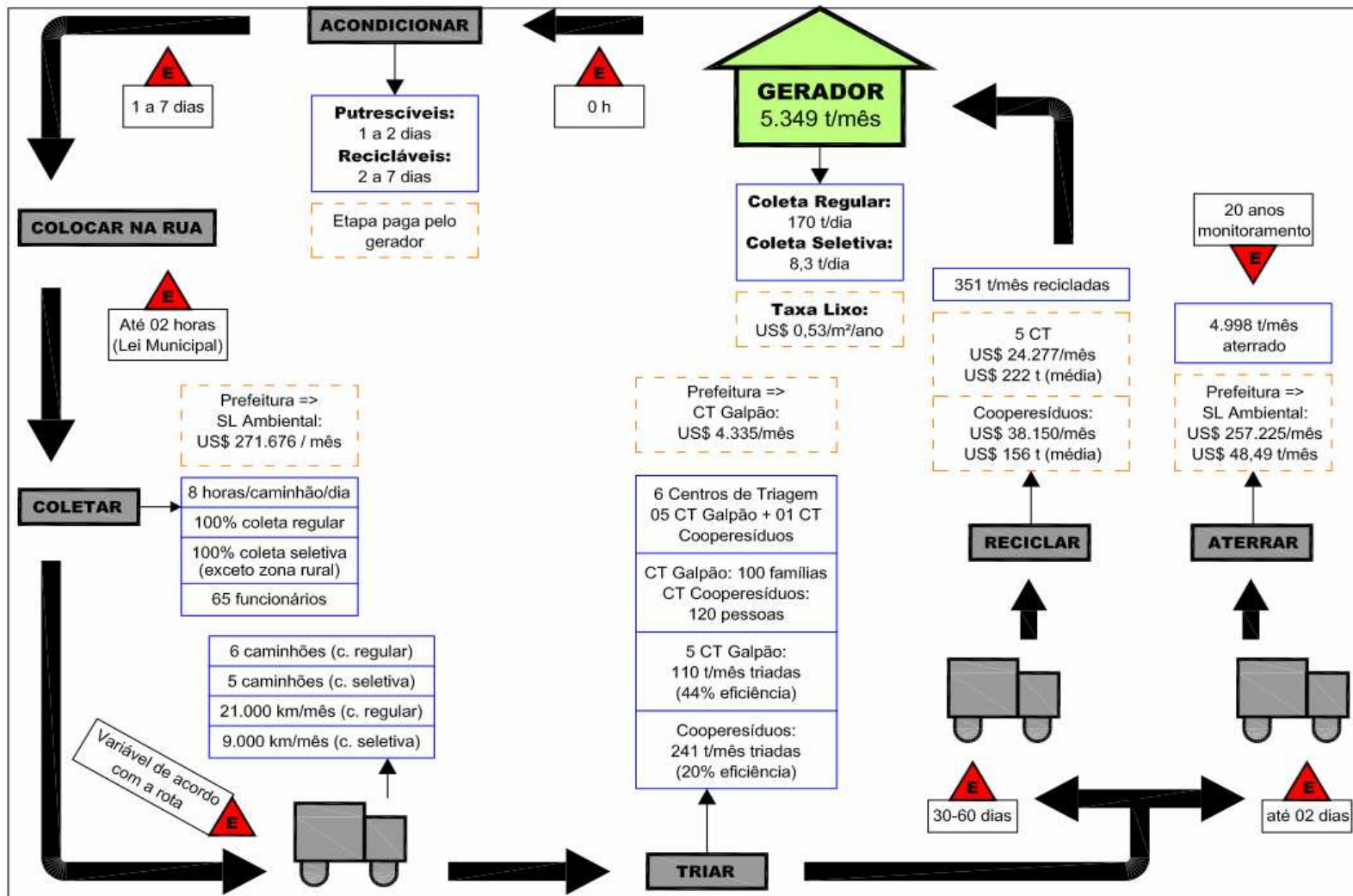


Figura 25 – Mapeamento do Fluxo de RSU em São Leopoldo

Sem um tipo de embalagem estabelecida, a população geralmente utiliza as sacolas plásticas provenientes dos supermercados. Tratando-se de um material distribuído em larga escala, e que representa um problema ambiental atual, a embalagem cumpre papel interessante de reutilização e economia, embora signifique necessidade de disposição desse tipo de plástico, também em larga escala.

A partir do momento em que os resíduos são colocados na rua, a espera segundo decreto municipal deveria ser de no máximo 02 horas até a coleta dos mesmos. Esse controle é de difícil realização, tanto pela Secretaria quanto pela população, pois no calendário disponível, só está informado o horário de início da coleta, podendo durar uma média de até 8 horas para o cumprimento de toda a rota no setor. Durante este intervalo, é comum a ocorrência de resíduos espalhados, mudanças climáticas, ação de animais e coleta informal, principalmente pelo fato das embalagens estarem diretamente nas calçadas e ruas.

A operação “coleta” é a atividade mais onerosa ao município, cerca de US\$ 271.676 (baseado no valor coletado de maio/2011). Também é a que possui o maior número de colaboradores. Juntos, os 11 caminhões rodam cerca de 30.000 km, sendo que o volume coletado varia de acordo com o dia da semana. A segunda-feira é o dia de maior volume, os coletores chegam a quase dobrar suas jornadas de trabalho.

Nesta etapa de coleta, o acondicionamento também exerce influência, pois como não existem contêineres, as paradas são constantes. Mesmo quando os coletores se antecipam ao caminhão e reúnem as sacolas em montes, existem problemas, pois muitas vezes pela pressa ou descuido, os resíduos acabam caindo e se espalhando pelas ruas.

A distância percorrida pelos caminhões depende da localização dos bairros até o aterro sanitário ou até as cooperativas. Em razão disso, é difícil mensurar quanto tempo os resíduos permanecem nos caminhões.

A etapa de triagem é uma das operações que mais caracteriza o sistema de gestão de São Leopoldo, pois ela envolve questões sociais, ambientais e econômicas. A formalização das atividades dos cooperativados contribui com o resgate de valores e oferece segurança, quando compara-se com a situação dos catadores informais. Mesmo assim, nota-se ainda ausência de comprometimento de alguns grupos com a entrega dos relatórios mensais acordados.

Existindo coleta seletiva, todos os materiais enviados para a triagem deveriam ser provenientes desta coleta. Mas em razão da baixa participação da população e de programas

de educação ambiental ministrados pelos gestores, que reforcem a importância da separação, é necessário que os resíduos da coleta regular também sejam triados, caracterizando um retrabalho. Ao mesmo tempo, a triagem representa um ganho financeiro e ambiental por diminuir o volume de resíduos enviados para a célula do aterro e fornecer materiais aptos a retornar para a cadeia produtiva.

O tempo que os resíduos permanecem nas unidades de triagem até a reciclagem pode variar entre 30 e 60 dias. O valor de mercado é que determina este tempo, sendo muitas vezes mais vantajoso para as cooperativas deixar o volume estocado até a valorização do material. Já o rejeito leva em média 02 dias para ser coletado e encaminhado até o aterro (para as Cooperativas da coleta seletiva). Para a Central de Triagem da Cooperesíduos o descarte dos rejeitos para o aterro é imediato após a esteira de catação. Ressalte-se que esses rejeitos podem atrair vetores causadores de doenças se permanecerem muito tempo parados sem tratamento adequado.

Os materiais são encaminhados para diversas recicladoras, e o preço por tonelada varia de acordo com a qualidade do material, mais uma razão da importância da separação correta dos resíduos. Das cerca de 5.000 toneladas mensais de RSU coletados, mais de 90% acaba sendo encaminhado para o aterro sanitário, o que demonstra que medidas devem ser tomadas para correção deste fato.

5.2 ZURIQUE

Zurique localiza-se no nordeste da Suíça, no centro da zona germanófono e é a capital do Cantão de Zurique (Figura 25). É a maior cidade do país, com 91,88 km², possuindo 384.271 habitantes (STADT ZÜRICH, 2010). Se considerada a região metropolitana são 1.091.732 habitantes (um sétimo dos 7,2 milhões de pessoas que vivem na Suíça). Em dez anos, a população do município aumentou em 20.000 habitantes, a maioria pessoas vindas de outros países.



Figura 25 - Localização de Zurique, Suíça.
 Fonte: Zurich Maps and Orientation (2010)

O município divide-se em 12 áreas, chamadas “kreis”, sendo que cada área contém de 2 a 4 divisões. No total, são 24 bairros, sendo eles: 8001: Altstadt, 8002: Enge, 8003: Wiedikon, 8004: Aussersihl; 8005: Industriequartier; 8006: Oberstrass; 8008: Riesbach; 8032: Hirslanden, Hottingen; 8037: Wipkingen; 8038: Wollishofen; 8041: Leimbach; 8044: Fluntern; 8045: Friesenberg; 8046: Affoltern; 8047: Albisrieden; 8048 e 8064: Alstetten; 8049: Höngg; 8050: Oerlikon/Saatlen; 8051: Schwamendingen; 8052: Seebach; 8053: Witikon; 8055: Friesenberg e 8057: Unterstrass, Oerlikon.

Em 2007, Zurique foi considerada pela pesquisa anual “Mercer Human Resource” a cidade com a melhor qualidade de vida do mundo e também uma das mais caras. O custo de vida é alto principalmente em relação à moradia. Existem apenas 13 edifícios que alcançam uma altura de 20 andares e como a cidade está crescendo e a demanda de moradia excede a oferta, observa-se que praticamente não existem casas vazias.

O turismo desempenha um papel extremamente importante. Cerca de 2,6 milhões de hospedagens foram registradas nos hotéis da cidade em 2008, número que não ocorria desde 1934 (STADT ZÜRICH, 2010).

Zurique é um dos mais importantes centros financeiros europeus, a cidade é sede de dois bancos e possui mais 77 outros. O rendimento total deste setor é de cerca de 2,6 milhões de francos suíços ao ano. A economia de Zurique caracteriza-se também por possuir várias pequenas empresas, cerca de 84% dos 25.000 empresas postos de trabalhos possuem no máximo 9 funcionários. Existem apenas 133 empresas com mais de 250 empregados, sendo poucas as indústrias. Atualmente 90% dos postos de trabalhos são no terceiro setor e o PIB da

cidade alcança SFr 13.740.006,00 (US\$ 14.774.200) (SCHWEIZERISCHE EIDGNENOSSENSCHAFT, 2010).

Segundo a Prefeitura Municipal, o número de trabalhadores na cidade de Zurique corresponde a 45% de todo o Cantão de Zurique. Em comparação com as outras quatro grandes cidades da Suíça (Basel, Genebra, Berna e Lausanne), Zurique tem a menor taxa de desemprego. O setor público é o maior empregador, com mais de 26.000 pessoas trabalhando no serviço da cidade.

No município existe uma universidade, a Universidade de Zurique, que é local e administrada pelo Cantão de Zurique e o Instituto Federal de Tecnologia da Suíça (Eidgenössische Technische Hochschule - ETH). Ela está dividida em três locais, de acordo com os cursos oferecidos e conta com cerca de 17.000 alunos e 9.000 funcionários (ETH, 2009).

5.2.1 Caracterização dos RSU de Zurique

A caracterização quantitativa dos resíduos sólidos urbanos de Zurique é obtida por meio do total de resíduos coletados na cidade e do total reciclado. Sendo assim, anualmente o Departamento de Reciclagem e Eliminação envia as informações para o departamento de estatística, que elabora as tabelas e gráficos.

No presente trabalho, as informações apresentadas foram retiradas do relatório de 2010 “Geschäftsbericht 2010” (último divulgado até a data das coletas), o qual foi disponibilizado durante a primeira entrevista realizada.

Zurique gerou no ano de 2010, cerca de 120.000 toneladas de RSU, o que representa uma média diária de 0,86 kg/habitante, ou 314 kg por habitante no referido ano. Verifica-se na Tabela 12 que este valor é muito próximo ao que foi coletado nos anos anteriores, porém com uma pequena diminuição na taxa de recicláveis.

Tabela 12 – Caracterização quantitativa dos RSU em Zurique

	2010	2009	2008	2007	2006
Resíduos Especiais (t)					
Entrega em Postos Especiais	546	553	619	690	665
Resíduos Recicladados (t)					
Vidro	11.474	11.259	11.261	11.178	11.313
Metais	3.208	3.155	3.241	2.982	3.035
Papel	21.149	21.840	24.165	23.995	23.998
Papelão	4.881	4.352	4.650	4.335	3.590
Têxteis	1.845	1.831	1.915	1.766	1.705
Poda e Jardim	8.145	8.420	7.800	7.948	8.255
Eleto-Eletrônicos	1.154	1.005	921	886	674
Refrigeradores	100	92	89	103	90
Pneus	25	28	22	41	22
Total Reciclado	51.981	51.982	54.064	53.234	52.682
Resíduo Reciclado/habitante (kg)	135	136	142	142	143
Número de habitantes	384.271	382.569	380.109	373.807	369.627
Resíduos do Saco Oficial	68.570	68.346	67.701	68.862	67.049
Taxa de Reciclagem	43,1 %	43,2%	44,4%	43,6%	44,0%

Entre os materiais recicláveis gerados, é possível perceber um aumento na quantidade de papelão, vidro e principalmente de materiais eletro-eletrônicos, número que praticamente dobrou em 04 anos. Já sobre aqueles que diminuíram, destacam-se os resíduos especiais, como pilhas, baterias, cartuchos de tinta, extintores, aerossóis e medicamentos.

O volume gerado de garrafas do tipo PET não entra no cálculo do ERZ, pois a população descarta este material diretamente nos postos de entrega voluntária, localizados nos supermercados. Esses resíduos são encaminhados diretamente para a reciclagem sem passar pelo Departamento.

A Figura 26 apresenta a composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos de Zurique.

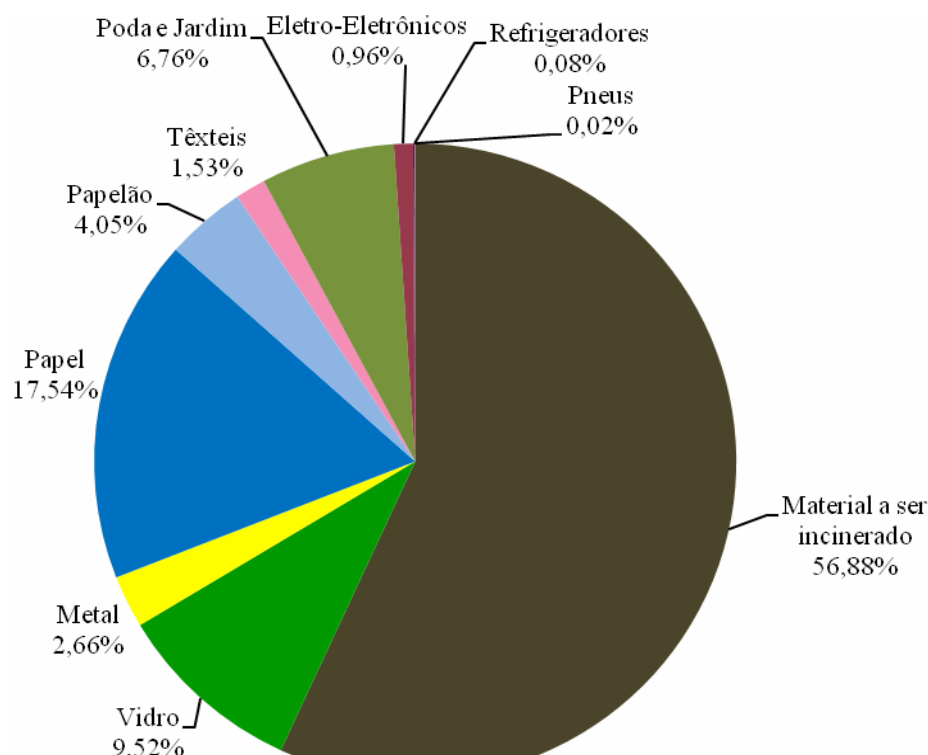


Figura 26 - Composição gravimétrica dos RSU de Zurique

Fonte: Geschäftsberich ERZ, 2010.

Na Figura 26 pode-se perceber, em destaque, a taxa de reciclagem, que chega perto da metade da geração total. De acordo com a FOEN (2009), essa média está dentro do valor encontrado em todo o país, de 43% de reciclagem.

5.2.2 Caracterização da Gestão dos RSU de Zurique

O histórico da gestão dos RSU em Zurique foi elaborado por meio dos dados contidos no histórico “Die Reinigende Flamme”, publicado pela Prefeitura Municipal. Já as informações sobre as operações que compõem a gestão foram tabuladas a partir das respostas aos questionários e entrevistas realizados, bem como materiais distribuídos para a população.

Histórico da Gestão

Antigamente a cidade de Zurique enfrentava diversos problemas relacionados à poluição nas ruas, mau cheiro e presença de vetores causadores potenciais de doenças. Todos os resíduos eram dispostos diretamente no rio da cidade, o Rio Limmat, causando contaminação das águas e constantes alagamentos.

A situação ficou ainda mais grave após a chegada dos imigrantes, vindos de diversos países. Em 1860 foi implantada a primeira rede de abastecimento de água para

atender toda a população. Porém a água potável acabava entrando em contato com o esgoto doméstico e os resíduos sólidos urbanos, causando doenças.

A primeira coleta de resíduos ocorreu em 1891, quando a prefeitura passou a recolher os resíduos em caixas, duas vezes por mês, juntamente com o esgoto. Todo o resíduo coletado era vendido aos agricultores da cidade, que o utilizavam como fertilizante, pois praticamente todo o material era putrescível. Anos depois a situação se inverteu, a prefeitura passou a pagar os agricultores para que recolhessem os resíduos, em função da necessidade de triar os materiais, uma vez que foram introduzidos vidros, metais e outras embalagens.

Em 1904, foi criado o atual Departamento de Reciclagem e Eliminação – Entsorgungund Recycling Zürich (ERZ), que faz parte da Secretaria de Engenharia Civil e Gestão de Resíduos – Tiefbau und Entsorgungsdepartement (TED). No mesmo ano, foi construída a primeira usina de incineração de Zurique, em Josefstrasse, substituindo a disposição em aterro sanitário. Essa foi a primeira usina da Suíça e a quarta na Europa, sendo um sistema importado da Inglaterra que custou 705.000,00 francos suíços. Naquele ano 7.671,6 toneladas de resíduos foram incineradas.

No período entre 1904 a 1927 os resíduos eram transportados até a usina por meio de tração animal e os gases emitidos na incineração já eram utilizados como fonte de energia elétrica, porém não passavam por nenhum tipo de tratamento. Em 1928 o município adquiriu caminhões para coleta e construiu duas novas linhas de incineração, com maior capacidade. As reformas e manutenções da usina eram constantes, sendo cogitada a idéia de voltar a encaminhar os resíduos para aterro.

Durante a Segunda Guerra mundial, a Suíça, em função da sua localização, não possuía mais materiais como papel e metal, pois esses produtos eram importados de países como a Alemanha. A população passou a reaproveitar o que possuía, surgindo assim a reciclagem e a separação dos resíduos na fonte.

Em 1960 Zurique gerou 100.000 toneladas de resíduos e em 1978 foi construída a segunda usina de incineração, em Hagenholz, juntamente com a implantação de filtros. O investimento foi de 48,7 milhões de francos suíços e a capacidade passou para 400 toneladas de resíduos ao dia.

De 1978 até 1998 os investimentos foram somente em tecnologias para tratar os gases provenientes da incineração. A partir de 2003 vem sendo realizadas constantes reformas e substituições nas instalações antigas, que são custeadas pela arrecadação da própria usina.

Gestão Atual – Aspectos Administrativos

O Departamento de Reciclagem e Eliminação – ERZ é o maior departamento da Secretaria de Engenharia Civil e Gestão dos resíduos. É responsável por toda a gestão dos resíduos sólidos urbanos de Zurique; recepção de resíduos especiais da cidade e do Cantão de Zurique; tratamento de água e esgotos; limpeza urbana; usina de compostagem; gestão da energia e comercialização do calor gerado pela incineração.

A sede do ERZ está localizada, desde 1968, no bairro Oerlikon (8050), onde está instalada também a usina de incineração Hagenholz, um posto de entrega de resíduos sólidos recicláveis volumosos e especiais e o setor de controle de disposição ilegal. No total, são aproximadamente 900 colaboradores, sendo que nos setores que envolvem a gestão dos RSU atuam 510 colaboradores, 215 no setor de limpeza urbana, 169 no setor de coleta e reciclagem dos RSU, 116 na usina de incineração e 46 no setor de geração de calor. O setor de coleta e reciclagem dos RSU (chamado “logística”) realiza a maior parte das atividades de controle da gestão, 38 colaboradores ocupam cargos administrativos (22 com ensino superior).

A prefeitura terceiriza o serviço de coleta dos resíduos recicláveis nos pontos de entrega voluntária entre 06 empresas: Rolf Bossard AG (coleta os papéis e cartonados), Schneider Meilen (coleta os vidros), Hügler Metalle (coleta os metais), PET-Recycling (coleta as garrafas PET), Sonderabfallsammelstelle und Altola (coleta o óleo de cozinha) e Texaid (coleta os têxteis). As próprias empresas comercializam os materiais coletados, sem haver pagamento algum por parte da prefeitura. A escolha das empresas foi por processo licitatório. Os contratos têm validade de 01 ano, com possibilidade de renovação.

A forma de cobrança pelos serviços relacionados à gestão dos resíduos sólidos urbanos de Zurique é feita de três maneiras. A primeira faz parte do imposto anual de infraestrutura, que também consta o serviço de tratamento das águas residuárias. Essa cobrança é medida por unidade habitacional e o valor para os RSU é de SFr.86,40 (US\$ 92,90). A segunda taxa é especial para o comércio, varia de acordo com o número de funcionários que trabalham no local, sendo que o valor por pessoa é de SFr.46,00 (US\$ 49,46). A terceira forma de cobrança refere-se os sacos vendidos para acondicionamento dos resíduos, que será apresentado posteriormente.

A prefeitura informou que o município não recebe nenhum tipo de subsídio federal. Anualmente é divulgado o balanço de contas do ERZ, quando é apresentado quanto foi gasto e a origem dos recursos. No balanço de 2011 sobre o ano de 2010, todos os custos

foram justificados, mas neles estão reunidas todas as atividades do Departamento (gestão de resíduos, geração de energia, tratamento de água e esgoto).

Segundo o diretor do ERZ, a instituição não trabalha gerando lucros, seu objetivo é apenas cobrir 100% dos gastos com a gestão dos RSU e deixar uma reserva para o ano seguinte. A quantia deixada para o ano de 2011 foi de SFr. 130.534.000 (US\$ 140.359.140), neste valor consta SFr. 118.790.000 (US\$ 127.731.182) proveniente do que foi deixado nos anos anteriores mais SFr. 11.744.000 (US\$ 12.627.956) obtidos em 2010.

A declaração de renda de 2010, apresentou a soma dos rendimentos obtidos (SFr. 134.702.000) (US\$ 144.840.860) pelos serviços prestados, investimentos financeiros do Departamento, aluguéis, vendas e principalmente pela comercialização de energia e incineração de resíduos privados. Já as despesas (SFr. 108.681.000 (US\$ 116.861.290) em 2010), foram com salários, materiais, serviços e investimentos. Subtraindo os rendimentos pelas despesas e pela depreciação extraordinária, que em 2010 foi de SFr. 14.277.000 (US\$ 15.351.612), atinge-se o valor deixado como reserva.

O departamento afirma que o processo de educação ambiental da população é antigo e permanece até hoje. O trabalho mais intenso é realizado nas escolas, onde os projetos são divulgados por meio de palestras e entrega de materiais. Também são distribuídos calendários, cronogramas (em 6 idiomas) e folders explicativos em todas as residências. Além disso, o ERZ possui um sistema de envio de mensagens eletrônicas para o indivíduo que cadastra seu número de telefone. Nelas o ERZ lembra a população sobre o dia da coleta de papel, papelão, tecidos e resíduos especiais. No site do ERZ a população pode consultar o horário de coleta de cada resíduo na sua rua, ou local mais próximo.

As leis municipais relacionadas aos resíduos sólidos urbanos existem desde 1927, mas em 2004 foi criada a Lei N° 712.110 “Verordnung für Abfallbewirtschaftung in der Stadt Zürich (VAZ)” que acrescenta ao Plano Diretor do município as definições dos tipos de resíduos gerados (urbanos, industriais, perigosos), quem é o responsável pela gestão de cada um deles e como deve ser o procedimento que deve ser seguido pela população. O Art. 7, por exemplo, estabelece que os moradores devem dispor seus resíduos sólidos domésticos nos recipientes definidos pelo ERZ.

Em 2003 foi criada a Lei N° 712.145, modificada em 2004, e em vigor desde 2005. Essa lei estabelece o prazo máximo de instalação de todos os contêineres na cidade de Zurique por parte da prefeitura, assim como o tamanho de cada um deles, a obrigatoriedade da

população em utilizá-los e a obrigatoriedade de coleta pela prefeitura somente em vias públicas. A lei também define que o ERZ deve fornecer todos dados sobre a gestão dos resíduos para o departamento de estatística do município até o dia 31 de janeiro de cada ano.

Segundo o diretor do ERZ, Zurique oferece opção de descarte para todos os resíduos. Em uma pesquisa realizada em 2010 com a população, 90% dos moradores estão satisfeitos com o sistema de gestão dos RSU da cidade. A meta do departamento é a otimização de seus processos e um novo sistema de compostagem dos resíduos putrescíveis, como restos de alimentos.

Etapa operacional: Segregação dos RSU

Em Zurique, a segregação dos resíduos sólidos urbanos é anterior ao acondicionamento e à disponibilização para coleta, pois ela ocorre diretamente na fonte geradora, não existindo a etapa posterior de triagem.

É responsabilidade da população segregar seus resíduos, separando-os de acordo com suas características para a coleta. A Tabela 13 resume as classificações, estipuladas pela prefeitura, dos principais resíduos gerados nas residências, definindo assim o tipo de acondicionamento que deve ser utilizado pela população.

Tabela 13 – Classificação dos RSU em Zurique de acordo com sua destinação

Resíduo	Tratamento e/ou Destino Final
Restos de alimentos	Composteira ou Saco Oficial
Restos de poda e jardim	Composteira ou Contêiner para Poda
Plásticos	Saco Oficial
Não recicláveis	Saco Oficial
Contaminantes biológicos	Saco Oficial
Embalagem Longa Vida	Saco Oficial
Papel	Em frente à residência, fardos
Papelão	Em frente à residência, fardos
Têxteis	Em frente à residência ou PEV
Vidro	PEV
PET	PEV
Metal	PEV
Alumínio	PEV
Óleo de cozinha	PEV
Eletro-eletrônicos	PEV – Trem ou Centro de Reciclagem
Materiais volumosos (grandes metais, vidros)	PEV – Trem ou Centro de Reciclagem
Móveis	PEV – Trem ou Centro de Reciclagem
Pneus	PEV ou Ponto de Venda
Resíduos Especiais	PEV ou Ponto de Venda
Cadáveres (animais pequeno porte)	PEV – Usina de incineração
Papel Higiênico	Vaso Sanitário

Esta divisão de “caminhos” para a destinação dos RSU acaba influenciando naturalmente a segregação na fonte, pois cada grupo deve ser acondicionado e encaminhado de diferentes maneiras. Basicamente, eles podem ser divididos em 04 grupos, aqueles que vão para o saco plástico oficial, os que devem ser levados até um posto de coleta, os que são coletados em frente à residência e os que são enviados diretamente ao recipiente de coleta (contêiner para poda e composteira)

Etapa operacional: Acondicionamento dos RSU

Em 1993 foi implantado em Zurique um sistema chamado “Poluidor-Pagador”, que obriga (por meio de lei municipal) a população adquirir embalagens oficiais da Prefeitura, chamadas “Züri-Sack” (Figura 27), para acondicionar seus resíduos. A indicação é que o Züri-Sack seja utilizado para: plásticos, materiais de higiene, embalagens de produtos congelados, lâmpadas incandescentes, embalagens Longa Vida, restos de alimentos (ossos e carnes) e demais resíduos não recicláveis no município atualmente. Como será indicado em etapa posterior, os restantes dos alimentos putrescíveis são compostados, preferencialmente em composteiras caseiras.

O objetivo principal do sistema é que a população descarte o mínimo possível de materiais passíveis de reciclagem, uma vez que estes podem ser descartados gratuitamente, e seja mais criteriosa com as embalagens no momento em que opta pelos produtos. O modelo também auxilia no dimensionamento do volume gerado, já que na grande maioria das vezes cada família gera um saco por semana.

O preço de cada saco varia de acordo com o seu tamanho. O de 17 litros custa SFr.0,85 (US\$ 0,91), o de 35 litros SFr.1,70 (US\$ 1,83), o de 60 litros SFr.3,10 (US\$ 3,33) e o de 110 litros SFr.5,70 (US\$ 6,12). Estes valores são do ano de 2011, mas segundo o diretor da ERZ, eles já chegaram a custar o dobro na época em que o sistema foi implantado.



Figura 27—Embalagem Züri-Sack.

Segundo o Departamento de Reciclagem e Disposição Final, desde a implantação dos sacos oficiais, houve redução de 24% nos resíduos encaminhados para a incineração e aumento de 32% na reciclagem, sendo reduzido gradativamente o número de coleta na cidade, pois os resíduos são coletados somente se estiverem assim acondicionados.

De acordo com o ERZ, o indivíduo que não cumprir a lei, está sujeito a uma multa de sFr.250,00 (US\$ 269). A fiscalização das embalagens ocorre diariamente por meio de 02 grupos com 03 agentes que circulam pela cidade. Caso encontrem os resíduos em outros tipos de embalagens, as mesmas são encaminhadas para um terceiro grupo que analisa os resíduos em busca de informações sobre o proprietário.

Diariamente, são coletadas de 01 a 2,5 toneladas de resíduos em sacos clandestinos e, segundo o diretor do ERZ, seria necessário um número maior de agentes

fiscalizadores. O Departamento conta também com um disk-denúncia para a população informar sempre que presenciar alguma irregularidade.

Além do saco oficial do ERZ, a organização coletora e recicladora dos têxteis também possui sua própria embalagem. Dois sacos, um para roupas e outro para calçados, são distribuídos gratuitamente pelos correios em todas as residências, duas semanas antes da coleta. No próprio saco está impresso o dia da coleta dos resíduos.

Etapa Operacional: Coleta e Transporte dos RSU

As formas de coleta em Zurique são determinadas de acordo com os tipos de RSU gerados, de acordo com a Figura 28. Existem 3 tipos de coleta: a coleta em sistema de contêiner, dos resíduos não recicláveis acondicionados nos sacos oficiais e uma parcela dos resíduos de poda e jardim (Coleta A); a coleta representa a entrega da maioria dos materiais recicláveis nos Postos de Entrega Voluntária (Coleta B) e a coleta que corresponde à coleta em sistema porta a porta de papel, papelão e parte dos têxteis (Coleta C).

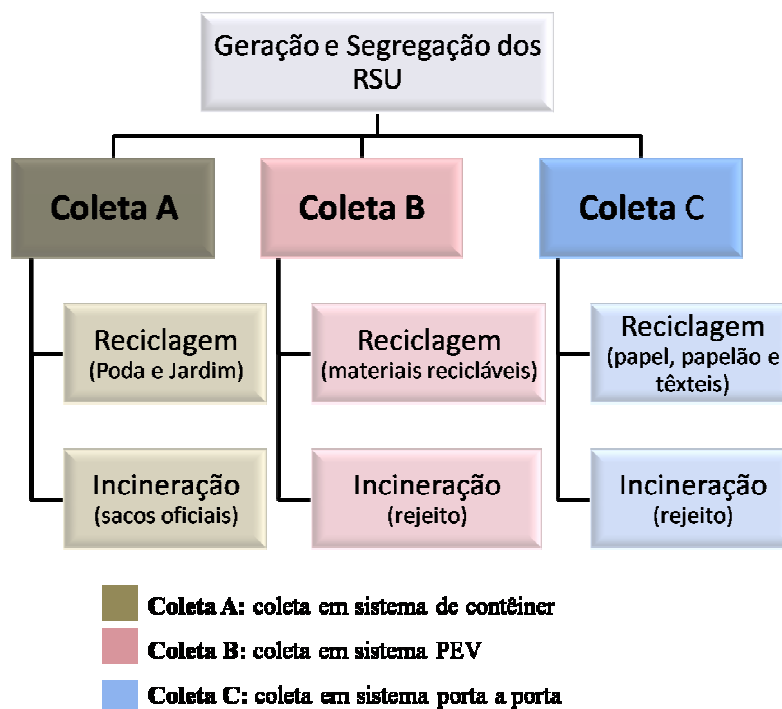


Figura 28 – Fluxograma representando o sistema de coleta dos RSU em Zurique

Conforme apresentado no item anterior, os resíduos sólidos urbanos não recicláveis e alguns putrescíveis são acondicionados nos sacos oficiais do ERZ, sendo os mesmos posteriormente dispostos nos contêineres fornecidos pelo Departamento e dispostos nas vias públicas (Figura 29). A manutenção e limpeza desses containeres é responsabilidade da ERZ.

Anteriormente aos contêineres plásticos, a cidade contava com contêineres de aço, que começaram a ser substituídos em 2005, por apresentarem problemas de manutenção, peso e higienização. O projeto inicial estimava que as substituições e a inserção de novos pontos ocorressem em 03 anos, mas houve atraso em quase 02 anos, em razão da obtenção de 9.600 licenças de construção dos espaços, pois cada conjunto de recipiente exige uma pequena área das moradias ou espaços públicos.

Desde a troca dos contêineres, a população pode dispor seus resíduos durante as 24 horas do dia, mas pede-se que se respeite o cronograma e horário de coleta. São 28.538 unidades espalhadas em Zurique (dado de novembro de 2011), disponíveis em 03 tamanhos. Para locais com 10 apartamentos a capacidade do contêiner é de 770 litros, para 03 apartamentos a capacidade é de 240 litros e para 02 casas a capacidade é de 140 litros.

O custo de cada contêiner plástico varia entre SFr.200,00 (US\$ 215) e SFr.350,00 (US\$ 376) , segundo o ERZ. Em média são depredadas 140 unidades por ano, na maioria das vezes, incendiados. Nesse número não estão computadas as pixações.

Além do contêiner plástico, existem os chamados “contêineres de subsolo”, localizados em áreas onde existe pouco espaço (centro da cidade) ou em grandes empreendimentos habitacionais privados. Este tipo de recipiente armazena os resíduos na parte inferior das calçadas (Figura 30) e acondiciona até 5m³. Essa capacidade é equivalente a 6,5 contêineres plásticos de 770 litros ou o suficiente para acondicionar os resíduos de 60 habitações.



Figura 29 - Contêiner para os Zürli-Sack



Figura 30 - Contêiner de subsolo utilizado em Zurique

O contêiner de subsolo possui um sistema de segurança que permite a queda dos resíduos para a área de armazenamento somente quando a tampa está completamente fechada. De acordo com o ERZ, existem 166 unidades na cidade (71 em área pública e 95 em área particular). Esse tipo de container, para sua instalação, necessita que o local passe por avaliação prévia de localização, acesso e evacuação. A construção é feita por empresas privadas e de responsabilidade do proprietário, sendo que o ERZ apenas executa a licença e auxilia com informações. O custo de construção e instalação está estimado entre SFr.40.000,00 (US\$43.011) e SFr.50.000,00 (US\$ 53.763) sendo que a Prefeitura contribui com SFr.3.000,00 (US\$ 3226).

A coleta dos RSU não recicláveis no sistema de contêineres apresentados é feita pelo próprio ERZ e contempla toda a cidade. Ela ocorre uma vez por semana em cada bairro, salvo a região central, que necessita que seja coletado duas vezes por semana. Cada residência recebe anualmente um calendário oficial informando o dia e horário das coletas. A Tabela 14 apresenta parte desse calendário.

O segundo tipo de coleta em contêiner plástico é para os resíduos de poda e jardim, em um sistema de contêiner semelhante ao dos não recicláveis. A diferença é que os recipientes devem ser adquiridos pela população (o ERZ também vende os recipientes) e o serviço é contratado. O interessado deve pagar uma taxa anual de SFr.47,65 (US\$ 51) para que seus resíduos (até 100m³) sejam coletados uma vez por semana, a partir das 7:00h, nos meses de março até dezembro. Nos meses de inverno a coleta só é realizada mediante prévio contato com o Departamento, que faz as coletas nas quartas-feiras em todos os bairros.

Para os moradores que necessitam da coleta dos resíduos de poda e jardim esporadicamente, o ERZ oferece o serviço de empréstimo e limpeza de contêiner por SFr.32,40 (US\$ 34) e o transporte e eliminação por SFr.86,40 (US\$ 93). A única coleta gratuita de resíduos de jardim ocorre nas semanas posteriores ao Natal, quando o ERZ passa recolhendo as árvores utilizadas pela população.

Tabela 14 - Cronograma da coleta dos RSU em contêineres

COLETA ZÜRI-SACK (Contêiner)			COLETA PODA E JARDIM (Contêiner: Mar-Dez)	
Bairros	Turno	Frequencia	Bairros	Frequência
8001 8004 8005	Diurno: 07h-17h	Terças e Sextas	8001 8004 8005 8008 8032 8053	Segundas
8002 8003 8038 8041 8045 8055	Diurno: 07h-17h	Segundas	8002 8003 8038 8041 8045 8055	Quartas
8047 8048 8049 8064	Diurno: 07h-17h	Terças	8047 8048 8049 8064	Quintas
8046 8050 8051 8052	Diurno: 07h-17h	Quartas	8046 8050 8051 8052	Sextas
8006 8037 8044 8053 8057	Diurno: 07h-17h	Quintas	8006 8037 8044 8057	Terça
8008 8032	Diurno: 07h-17h	Sextas		

Pode-se perceber que o ERZ não utiliza a divisão de áreas em 12 (kreis), oficial do município. O departamento possui 06 setores para a coleta dos contêineres de não recicláveis e 05 setores para a coleta dos resíduos de poda e jardim. Segundo informado, a divisão é feita de acordo com o volume gerado em cada bairro.

De acordo com o ERZ, no setor de coleta de todos RSU de Zurique trabalham 169 pessoas, são 31 caminhões no total, entre compactadores (Figura 31), que fazem a coleta mecanizada dos contêineres plásticos; guindastes com braços mecânicos, que coletam os

contêineres de subsolo; baú que coletam os resíduos de poda e jardim; e demais caminhões que fazem serviço de coleta privada.



Figura 31 - Caminhão do tipo compactador utilizado na coleta dos RSU em Zurique

As eventuais manutenções dos caminhões, assim como em outros maquinários, são feitas no próprio departamento, que possui um setor específico de mecânica e eletrotécnica.

A duração da coleta dos contêineres é de 8 horas diárias por caminhão em dois períodos: das 07:00h até às 11:30h e das 14:00h até às 17:00h. Esses horários diurnos foram estabelecidos em função da lei municipal de silêncio, que não permite barulho após o horário de almoço e no período noturno. O Diretor do ERZ aponta que se a coleta pudesse ser realizada no período noturno, pelo menos na área central, facilitaria a operação. De acordo com levantamentos do ERZ, foram coletados 11.230.805 de sacos oficiais em 2010.

Para o transporte dos resíduos são utilizados os mesmos veículos da coleta, sendo que cada caminhão percorre, em média, 200 km/dia. Segundo o ERZ, anualmente o serviço de coleta dos RSU públicos, custa à prefeitura cerca de SFr. 8.000.000,00 (US\$ 8.602.151). A última atualização da rota de coleta ocorreu em 2009, quando houve um estudo para otimização dos trajetos percorridos pelos caminhões. Através do replanejamento, foi possível excluir um caminhão, diminuindo do total da rota de coleta 3.000 km/ano, 4.200 litros de diesel e SFr. 17.500,00 (US\$ 18.817).

Tratando-se da coleta porta a porta, apenas os materiais recicláveis: papel, papelão e parte dos têxteis fazem parte desse sistema. A atividade é realizada pela própria empresa que encaminha os materiais para a reciclagem. No caso do papel e papelão a empresa Rolf Bossad AG é a responsável pela reciclagem e para os resíduos dos têxteis a responsável é a

organização Texaid. A Tabela 15 apresenta o cronograma de coleta dos três tipos de materiais.

Tabela 15 - Cronograma da coleta de papel e papelão porta a porta

COLETA PORTA A PORTA			
Bairros	Coleta Papel (1 vez a cada 2 semanas)	Bairros	Coleta Papelão (1 vez ao mês)
8037 8044 8049 8051	Segundas	8002 8047 8048 8049	Segundas
8006 8046 8050 8052 8057	Terças	8046 8051 8052 8057	Terças
8032 8047 8048 8053 8064	Quartas	8004 8006 8037 8044 8050	Quartas
8001 8003 8008 8041 8045 8055	Quintas	8001 8005 8008 8032 8053	Quintas
8002 8004 8005 8038	Sextas	8003 8038 8045 8055 8064	Sextas

Essa coleta é feita gratuitamente à população, e são coletados somente os resíduos que estiverem empilhados, amarrados e dispostos em frente às residências. O contrato entre a empresa e a prefeitura tem validade de um ano, com vencimento no mês de setembro, mas com possível renovação. O Departamento não recebe remuneração e não tem ônus, atuando apenas na fiscalização do serviço.

A coleta dos resíduos têxteis ocorre de duas maneiras: a primeira, no sistema porta a porta, acontece 03 vezes ao ano (março, junho e outubro), em todos os bairros. As roupas devem estar limpas e os pares de calçados amarrados. A atividade também não envolve a prefeitura, que apenas disponibiliza locais para a segunda forma de coleta dos têxteis, nos PEVs.

Os Postos de Entrega Voluntária representam uma grande parcela dos RSU coletados em Zurique. Os PEVs estão divididos também de acordo com os resíduos, em diferentes locais na cidade: PEV em contêiner nas ruas; PEV em trens de carga; PEV em dois “centros de reciclagem”; PEV em contêiner dispostos em estabelecimentos comerciais e PEV em estação móvel.

Os PEVs do tipo contêiner (Figura 32) recebem os materiais como: vidros (diâmetro máximo de 18 cm); metais e alumínio (com dimensões máximas de 40 cm por 18 cm); e óleo de cozinha. A população se desloca até um posto e descarta seus materiais separadamente. Exemplo são os vidros que devem ser separados pelas cores: verde, marrom e transparente). Já os metais (como latas de alimentos) são descartados juntamente com as latas e/ou folhas de alumínio.



Figura 32 -PEV – Contêineres existentes em Zurique

De acordo com o ERZ, a distância entre os PEVs é calculada para atender 2.500 pessoas em cada PEV. Existem atualmente cerca de 160 pontos na cidade. Os resíduos não precisam estar lavados, mas muitas vezes, em razão do tempo de acondicionamento nas residências, a população lava os materiais. Os PEVs ficam disponíveis de segunda a sábado, das 7h às 19h.

A coleta e o transporte dos materiais são realizados pelas próprias empresas recicladoras, que fornecem todos os recipientes e os veículos para transporte. A prefeitura disponibiliza apenas os espaços para instalação.

Para os materiais volumosos, que não cabem nos sacos oficiais ou nos contêineres de reciclagem, e para os especiais, a prefeitura oferece a opção de entrega em PEV móveis.

As estações de trem de 10 áreas da cidade recebem uma vez por mês o trem de carga “Cargo-Tram” (ou E-Tram, se for para a coleta de resíduos de equipamentos eletro-eletrônicos), que passa coletando gratuitamente materiais como placas de vidros, metais, blocos cerâmicos, tapetes, móveis, colchões e demais resíduos volumosos. Cada objeto pode pesar no máximo 40 kg ou ter no máximo 2,5m.

Já para os resíduos especiais, como pilhas, baterias, medicamentos, sprays, tintas, extintores e óleos, uma estação móvel se desloca por todos os bairros nos meses de agosto, setembro e outubro. Cada pessoa pode encaminhar até 20 kg desses materiais gratuitamente, mas o ERZ incentiva para que, sempre que possível, eles sejam devolvidos aos locais da compra, uma vez que está incluído no preço desses produtos o valor de devolução.

Além dos Postos de Entrega Voluntária móveis, Zurique possui 02 “centros de reciclagem”, chamados Recyclinghöfe. Um está localizado junto ao centro administrativo e de incineração Hagenholz, o qual recebe gratuitamente os cadáveres de animais domésticos. O outro está localizado junto ao centro de compostagem Werdhölzli. Estes locais recebem os mesmos materiais volumosos dos PEVs móveis, de segunda a sábado, mas eles devem ser levados por veículos, pois o peso é medido por meio da diferença entre a entrada e a saída do veículo na balança localizada na guarita.

No total, cada residência em Zurique pode descartar anualmente de forma gratuita 400 kg de resíduos volumosos nos trens de carga e nos centros de reciclagem. Para controlar este volume, no início de janeiro, junto com o calendário oficial, são entregues 04 cupons, de 1 a 100 kg cada, em todas as residências. Para os demais resíduos que não se enquadram em tamanho máximo de 2,5m e 40 kg, é cobrada taxa de SFr.100,00/100kg (US\$ 107,53/100kg). Acima deste valor é cobrado SFr. 25,90/kg (US\$ 27,85/kg). Não são aceitos resíduos de construção e demolição, poda, papel e papelão nem aqueles que devem ser dispostos nos Züri-Sack.

O ERZ informou que os resíduos volumosos são passíveis de ser coletados nos domicílios, mas este é um serviço particular, que só ocorre quando o morador solicita. O valor cobrado para que o caminhão coletor se desloque até o local e colete tudo em até 15 minutos e envie para incineração é de SFr.86,40 (US\$ 92,90). Acima destes 15 minutos, é cobrado SFr. 124,20 (US\$ 133,55) a cada novos 15 minutos. Para que a coleta seja feita diretamente na casa do contratante, o valor é de SFr.129,60 (US\$ 139,35) até 15 minutos e SFr.167,40 (US\$ 180) acima disso.

A coleta de garrafas do tipo PET também ocorre através de PEVs, mas na Suíça, a reciclagem desses materiais faz parte de um programa em parceria com uma empresa privada (PET-Recycling), portanto, os pontos estão localizados no comércio da cidade, como supermercados, escolas e postos de gasolina. No total, são 5.000 postos, a prefeitura não possui envolvimento operacional com os resíduos, apenas fiscaliza sua disponibilização. Segundo o diretor do ERZ, sabe-se que ocorrem furtos de garrafas PET nos recipientes dos estabelecimentos, pois o material no país vizinho, Alemanha, faz parte de um programa por meio do qual a população paga pela embalagem e recebe o valor no momento da devolução. Em função disso, algumas pessoas buscam o material na Suíça e “devolvem” na Alemanha, sendo que não se tem estimativa da quantidade de resíduos furtados em Zurique.

Etapa Operacional: Tratamentos e Destinação Final dos RSU

Segundo o Departamento de Limpeza e Eliminação de Zurique, a cidade estimula a reciclagem de quase todos os RSU gerados, pois disponibiliza locais de entrega e conta com o programa “poluidor pagador”. A reciclagem é dividida em 03 grupos: o que é encaminhado para a substituição de matérias-primas (como o papel, papelão, vidro, metais, garrafas PET, têxteis), a compostagem (resíduos de poda e jardim, alimentos) e a geração de energia térmica e elétrica (incineração).

O gerenciamento do grupo de resíduos destinados para a produção de novos materiais consiste, em grande parte, controlar os Postos de Entrega Voluntária, estabelecendo dias, horários, volume recebido e transporte; e a destinação pelas empresas recicladoras. Os materiais têxteis coletados, por exemplo, sofrem processos de limpeza e reparação. Segundo a organização, 55% é vendido como roupa de segunda mão em países mais pobres, por valores inferiores ao normal, 20% é vendido para indústrias têxtil, 15% é utilizado em equipamentos de limpeza e 10% é encaminhado para incineração. A renda obtida é doada para organizações não governamentais do país e para a manutenção da atividade.

A compostagem é realizada de duas maneiras, a primeira ocorre em Composteiras para restos de alimentos, poda e jardim, construídas nas áreas residenciais (Figura 33). O ERZ fornece os projetos e as informações para a construção, instrui os moradores para a elaboração de fertilizantes e promove duas vezes por ano cursos gratuitos.



Figura 33 – Composteiras caseiras

A outra maneira é a compostagem na usina do ERZ – Werdhölzli, que recebe os resíduos (exceto os alimentos) mediante o pagamento mensal ou por carga de resíduos (conforme já mencionado no tópico sobre coleta). A usina de compostagem recebeu no ano de 2010 cerca de 15.000 t de resíduos, sendo 55% provenientes da coleta contratada pela população (de março a dezembro), 23% dos resíduos gerados pela própria prefeitura (serviço de limpeza pública) e os 22% restantes de indústrias e serviços privados. O principal produto gerado por essa reciclagem é o composto fresco, utilizado como fertilizante. Em 2010 foram produzidos cerca de 15.000m³ de composto. Segundo o ERZ, está em andamento um projeto para que a partir de 2013 a usina receba também restos de alimentos e gere biogás.

Desde janeiro de 2000, todos os resíduos combustíveis não-recicláveis gerados na Suíça devem ser incinerados, sendo proibido enviar esses resíduos para aterro sanitário sem prévio tratamento. Conforme já citado anteriormente, Zurique trata parte de seus RSU por meio da incineração desde 1904, sendo que para essa unidade são encaminhados os resíduos dos sacos oficiais da cidade, os resíduos volumosos (móveis, colchões), os resíduos da indústria e comércio (que não são especiais), madeiras e resíduos da construção e demolição não recicláveis e o lodo proveniente das estações de tratamento de água e esgoto. Os resíduos industriais passam por controle semanal por meio de escolha aleatória. Se constado alguma irregularidade nos materiais enviados, a empresa é multada.

No município existem duas usinas de incineração, uma localizada em Josefstrasse e a principal localizada junto ao ERZ em Hagenholz (Figura 34). As duas usinas incineraram no ano de 2010 um total de 371.417 toneladas de resíduos, sendo 98.696 t da coleta

containerizada gratuita, 37.700 t de cidades vizinhas, 200.246 t de coletas particulares e 34.775 t do tratamento de água e esgotos.



Figura 34 – Sede administrativa do ERZ e usina de incineração Hagenholz.

Segundo a Prefeitura de Zurique o custo para construção e manutenção dessas usinas é alto, principalmente no tratamento dos poluentes, mas afirma que o investimento é abatido ao longo dos anos e que os custos mensais são compensados pela venda de energia. Esse recurso também cobre grande parte de todos os custos da gestão de resíduos do município. Cerca de 100 funcionários atuam nas duas usinas e 50 no setor de aquecimento urbano.

O ERZ informou também que as emissões atmosféricas estão dentro, e bem abaixo, do permitido em lei na Europa e no país.

Após a incineração dos resíduos, são geradas 90.124 toneladas de resíduos, sendo 78.957 t de escória, 10.012 t do filtro eletroestático e 1.155 t da lavagem dos gases. As escórias passam por uma espécie de triagem, por meio da qual os resíduos de valor comercial (como o alumínio) são vendidos para a reciclagem. O restante do rejeito é encaminhado para um aterro de materiais inertes, localizado em Lufingen (8 km de Zurique). O aterro opera desde 1970, e diariamente são encaminhadas cerca de 120 toneladas ao local. O custo dessa disposição é de SFr. 75,00/t (US\$ 80,65/t).

Desde 1928, Zurique encaminha a energia elétrica gerada pelas usinas de incineração para a rede pública de energia. A produção de energia elétrica em 2010 foi de 161.946 MWh, sendo 161.946 MWh gerado em Josefstrasse e 92.073 gerado em Hagenholz.

A comercialização do aquecimento gerado chama-se “Zürich Wärme”. São 05 áreas atendidas pelas duas usinas (Figura 35), sendo elas o norte e o oeste de Zurique, a área de faculdades da Universidade ETH, a área industrial Wallisellen e o parque para contenção de alagamentos Opfikon. No total, são cerca de 1.500 pontos de aquecimento, sendo 41% residências, 31% prestadoras de serviços e 28% indústrias e comércio.

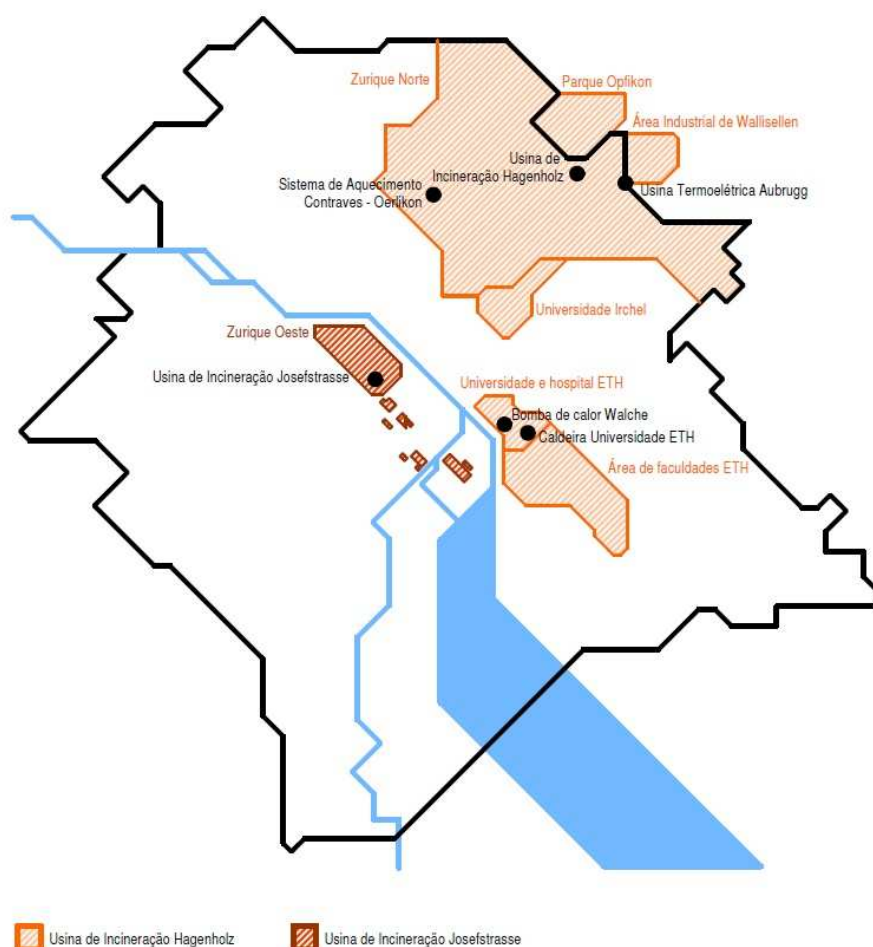


Figura 35 - Áreas abastecidas pelo sistema de aquecimento Zürch-Wärme

Em 2010, o calor gerado foi de 452.559 MWh, sendo 86.299 MWh em Josefstrasse e 366.260 MWh em Hagenholz. De acordo com o ERZ, o calor gerado é obtido de uma mistura de componentes: 63% de resíduos, 14,5% de madeiras, 4% de calor coletado no rio da cidade (Limmat), 17% de gás natural e 1,5% de óleo. O gás natural e o óleo são

provenientes das empresas Oerlikon Contraves e Aubrugg. Durante o período de verão esses dois materiais não são utilizados, pois a procura é menor.

No total, são 150 km de tubulação que percorrem os bairros atendidos, segundo o ERZ, a rede é ampliada anualmente em 1 km. A temperatura varia entre 90°C e 120°C e a taxa de aquecimento cobrada é inferior àquelas provenientes de energias convencionais.

O Departamento afirma que a incineração de um saco oficial (Züri-sack) gera o equivalente a 1,7 litro de óleo. Em 2010 foram liberadas 174.000 toneladas de CO₂, mas o diretor destaca que por meio da substituição de fontes primárias de energia por RSU (quando não utilizado gás e óleo) o CO₂ é neutralizado.

Etapa Operacional: Limpeza Pública

A limpeza pública em Zurique também é realizada pelo Departamento de Reciclagem e Disposição Final, mas o setor está dividido em “Prevenção + Mercado” e “Serviços + Inverno”. Os serviços do primeiro grupo compreendem a organização de eventos educacionais, festas, recolhimento de bicicletas abandonadas e pichação de áreas públicas. Já o segundo grupo realiza os serviços de capina, coleta de cestos em parques, varrição de vias e manutenção de sal (no inverno).

Ao todo, são cerca de 200 colaboradores que fazem a manutenção de 800 km de vias, 1000 km de calçadas e 1,55 km² de parques. O valor gasto com essas atividades é de cerca de SFr. 1.000.000 ao mês (US\$ 1075269).

A varrição da cidade é automática, utilizando caminhões específicos, chamados “City Cat” (Figura 36). No total existem 151 veículos, entre os de varrição e os caminhões abertos, de pequeno porte, para transporte dos resíduos. Nas ruas privadas e áreas como estacionamentos não é realizado o serviço de limpeza, uma vez que os proprietários devem contratar o serviço, podendo ser a própria equipe do ERZ. Segundo o diretor do Departamento, as demais vias são todas atendidas.



Figura 36 - Caminhão do tipo City Cat realizando a limpeza pública de Zurique

O mapa de varrição e limpeza das vias públicas utilizado pelo departamento até 2010 era do ano de 1990 e dividia os setores da cidade em 10. Em razão do aumento populacional e o crescimento da cidade, as rotas e o mapa foram reformulados, atualmente ele se divide em 03 setores. Com a mudança eliminou-se um veículo e os demais passaram a ficar na sua região.

No ano de 2010 foram coletadas 9.274 toneladas de folhas nas ruas e praças, sendo 2.538 toneladas recicladas. Durante os meses de inverno, o ERZ trabalha também com a limpeza de neve acumulada nas vias públicas. Antes da remoção da neve joga-se sal no local para facilitar o trabalho. De agosto de 2009 a abril de 2010 foram utilizadas 4.750 toneladas de sal.

Nas praças e parques públicos da cidade são destinadas lixeiras para que a população disponha seus resíduos, elas possuem acoplados sacos plásticos para a disposição das fezes dos cães, limpeza que é de dever dos donos. Segundo o levantamento realizado em 2010, essas lixeiras foram limpadas 4.250 vezes no ano. Outro dado levantado no ano de 2010 foi o número de bicicletas abandonas em Zurique, foram recolhidas 3.085 unidades.

O setor de limpeza pública oferece serviços para organização e limpeza de festas realizadas em parques públicos. Anualmente, são promovidas cerca de 600 festas nestes locais, sendo quase 80% realizadas por uma única empresa organizadora. A partir daí foi

criada uma parceria entre o Departamento e a tal empresa. De acordo com o ERZ, esta atividade visa controlar a geração de resíduos de alimentos e materiais descartáveis, assim como facilitar a limpeza posterior das áreas. Utensílios como talheres, pratos e copos são alugados por valor inferior ao de mercado, e, após a utilização, são lavados e disponibilizados novamente. Durante as festas os utensílios são cobrados à população e o valor devolvido na hora da entrega. Já os contêineres são distribuídos gratuitamente e de acordo com o tipo de resíduo gerado.

5.2.3 Mapeamento do Fluxo de Resíduos Urbanos em Zurique

A Figura 38 apresenta o mapeamento realizado no município de Zurique, baseado em todas as informações coletadas nas entrevistas.

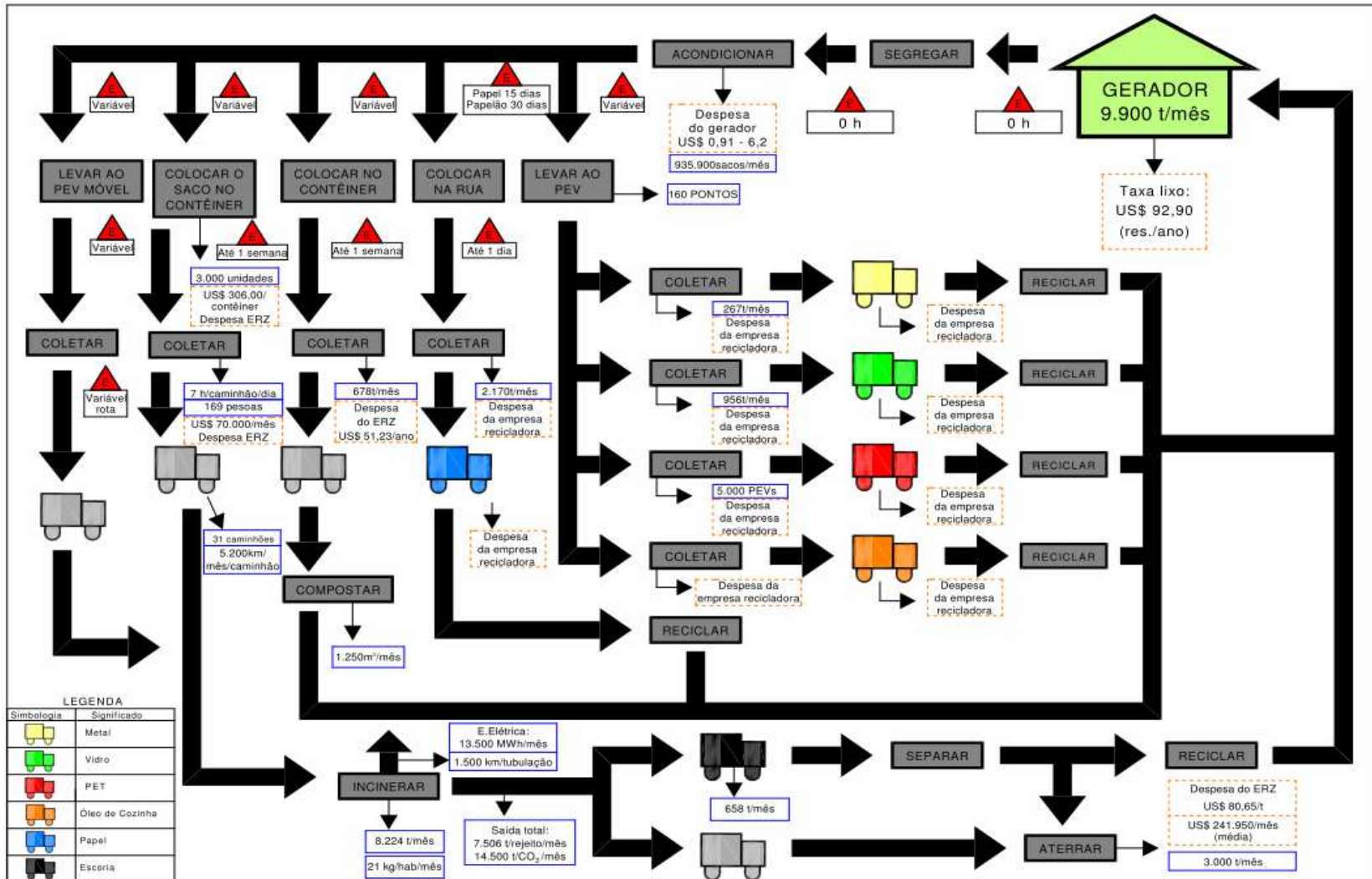


Figura 37 - Mapeamento do Fluxo de RSU em Zurique

Em Zurique, imediatamente após a geração dos RSU, a população deve segregar e acondicionar seus resíduos conforme o tipo de coleta existente. Esta escolha faz com que a população classifique seu material gerado e é uma das operações que mais caracteriza o sistema de gestão lá implantado.

Em razão da exigência de embalagem estabelecida e comercializada para os RSU não recicláveis, a população não reutiliza outros tipos de sacolas para acondicionamento. Também se observa uma geração de sacolinhas plásticas muito inferior aos moldes brasileiros, pois os supermercados não as distribuem, precisando cada cliente levar sua sacola retornável ou adquirir no estabelecimento. Alguns locais fornecem gratuitamente apenas caixas de papelão.

O tempo que os resíduos permanecem até serem coletados varia de acordo com o sistema e com a necessidade da população. O sistema PEV exige que a população se desloque até os locais, o que permite que as empresas coletoras e recicladoras não precisem passar em todas as ruas da cidade. Além disso, a municipalidade não tem gastos com a coleta e transporte desses resíduos.

Por outro lado, não está contabilizado o custo ambiental e financeiro do deslocamento da população até os postos de entrega voluntária, mas percebe-se que na maioria das vezes a prefeitura seleciona locais dos bairros onde existe grande movimentação de pessoas: prédios públicos (como bombeiros, associações e áreas recreativas) ou que a população costuma frequentar, como supermercados. Nos supermercados existe também a possibilidade de, logo após as compras, o indivíduo deixar as embalagens de papel e papelão. Esses locais recebem, ainda, materiais como pilhas, baterias, lâmpadas fluorescentes e embalagens PET.

Os resíduos de poda e jardim coletados pelo serviço contratado são encaminhados para a usina de compostagem, que produz cerca de 1.200 m³ ao mês. Nesse cálculo estão incluídos os resíduos de poda da Prefeitura e outros setores particulares.

Na usina de incineração ocorre a redução do volume dos materiais e a geração de energia, aproveitada no próprio processo e vendida para a população. O volume enviado mensalmente ao aterro (e apresentado no MF de RSU) não é apenas dos RSU de Zurique, mas também o que foi coletado particularmente e em outras cidades.

5.3 COMPARAÇÃO ENTRE OS SISTEMAS DE GESTÃO EM SÃO LEOPOLDO E ZURIQUE

As diferenças encontradas entre a gestão de São Leopoldo e Zuriq ue são relacionadas às questões financeiras, operacionais (de acondicionamento, triagem/segregação, coleta e tratamento) e administrativas. O quadro 8 faz uma comparação geral entre os dois locais estudados.

Quadro 7 – Comparação geral entre São Leopoldo e Zuriq ue

	SÃO LEOPOLDO	ZURIQUE
Habitantes	214.087	384.271
Área	102,74 km ²	91,88 km ²
Hab/Área	2.084 hab/km ²	4.182 hab/km ²
PIB	US\$ 1,7 mi/2008	US\$ 52 bi/2008
RSU	175 t/dia	328 t/dia
RSU/hab	0,83 kg/hab	0,86 kg/hab
Responsável Gestão	Secretaria de Limpeza Pública	Departamento de Limpeza e Eliminação
Terceirização dos Serviços	Sim (remunerado)	Sim (não remunerado)
Validade contratos	20 anos	01 ano
Total de Colaboradores	220 (170 SL Ambiental e 50 Prefeitura)	900 (Prefeitura)
Plano Diretor de Resíduos	Não	Sim
Acondicionamento dos Resíduos	Embalagem indeterminada	Embalagem padrão exigida
Tipos de Coleta	Porta a Porta	Porta a Porta Entrega Voluntária Sistema Contêiner
Turno de Coleta	Diurno e Noturno	Diurno
Tipos de Veículos	Compactador e Baú	Compactador (coleta mecânica) e Guincho
Tratamentos	Triagem Reciclagem	Incineração Reciclagem Reciclagem – Compostagem
Disposição Final	Aterro Sanitário	Aterro Inertes
Geração de energia	Não	Sim
Programa social relacionado à gestão	Sim	Não
Comercialização de Serviços	Não	Sim
Metodologia varrição de ruas	Manual	Mecânica
Pesquisa de satisfação	Não	Sim
Divulgação de receitas e despesas	Não	Sim

Continuação do Quadro 7:

Continuação do Quadro 7:

	SÃO LEOPOLDO	ZURIQUE
Receitas	US\$ 2.668.786 (42.000 – 5 CT X12 meses 66.000 – Cooper X 12 meses = 1.296.00 + 4.617.000 (30% das despesas) = R\$ 5.913.00 / 1,73 (2011)	US\$ 144.840.860,00 (2010 - ERZ informou este valor total)
Despesas		US\$ 116.861.290,00 (2010 - ERZ informou este valor total)
Reserva Para 2011	Não informado	US\$ 15.351.612 (2010 – ERZ informou este valor total)
Saldo negativo	US\$ 2.156.102	—

A diferença envolvendo as questões financeiras dos dois municípios é grande, em Zurique a relação dos gastos e despesas é planejada de maneira que não fique negativa, pelo contrário, anualmente é deixado uma reserva para o ano seguinte. Estes valores são divulgados e distribuídos anualmente à população.

Já em São Leopoldo, o cálculo das receitas foi feito com base no que é obtido pela venda dos materiais na reciclagem das 05 CTs que recebem a coleta seletiva e na CT Cooperesíduos (que recebe os resíduos da coleta regular). A este valor é somado o valor obtido com o pagamento do IPTU pela população, que conforme a SELIMP atualmente está em torno de 30% das despesas.

No cálculo das despesas somou-se aquelas relacionadas ao pagamento da coleta e aterro para a SL Ambiental e pelo subsídio fornecido às 05 CTs. Além desses gastos, poderia-se ter incluído o pagamento dos 51 colaboradores da Secretaria, as manutenções e equipamentos dos serviços próprios e outros (valores não incluídos pela indisponibilidade dos mesmos). Todos esses dados foram obtidos com as perguntas feitas nas entrevistas e depois incluídos no MF de RSU. Não existe a disponibilização dessas informações à comunidade leopoldense.

É possível notar diferença também quanto à aplicação e divulgação das multas para quem não cumpre com os programas da municipalidade. Em Zurique, o valor é impresso nos materiais de educação ambiental, enquanto que em São Leopoldo não se utiliza dessa forma de autuação.

Apesar da etapa operacional de coleta em São Leopoldo ser do tipo porta a porta, Zurique possui maior número de colaboradores e caminhões. Isso se deve ao fato de que

Zurique possui coleta de particulares e comercialização de serviços e produtos. São Leopoldo não explora esse setor, simplesmente terceiriza os serviços e fiscaliza a empresa responsável. Por outro lado, atua, de forma inicial, na educação ambiental das 5 cooperativas.

5.4 PROPOSIÇÃO DE AÇÕES

A partir da avaliação da gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos nos municípios estudados, foram elaboradas algumas propostas visando otimizar os sistemas. Em São Leopoldo, o quadro de agentes fiscalizadores da Secretaria de Limpeza Pública poderia ser ampliado, pois a aplicação das leis relacionadas aos resíduos muitas vezes não são cumpridas, principalmente quanto a separação dos RSU.

Em virtude do crescente aumento da geração de resíduos recicláveis, a coleta seletiva poderia ser ampliada. A contratação desse serviço, nos moldes atuais, gerará aumento de despesas, mas a venda dos resíduos e potencialização dos ganhos sociais minimizará esse gasto. As rotas percorridas pelos caminhões deverão ser replanejadas.

Outra opção seria a inserção de Pontos de Entrega Voluntária para alguns materiais, principalmente aqueles com mercado de comercialização. A metodologia utilizada em Zurique, de PEVs em pontos estratégicos, como supermercados, seria uma opção de local. O município poderia fornecer algum tipo de amortização no imposto dos serviços de coleta, por exemplo, para que as empresas disponibilizassem área para instalação dos contêineres, assim como poderia dispor as próprias embalagens geradas no comércio. É sabido que essas mudanças nem sempre são aceitas de forma imediata, porém ao longo do tempo e com investimentos na educação ambiental, os objetivos têm grandes chances de serem alcançados.

Em relação ainda ao acondicionamento, apesar da ocorrência de depredação dos contêineres implantados no passado, a utilização desses recipientes para o acondicionamento dos resíduos da coleta regular representa menor risco de problemas nas épocas de alagamentos e também com o espalhamento de resíduos nas ruas.

De acordo com a composição apresentada sobre os resíduos gerados em São Leopoldo, mais que a metade do total é composto por matéria putrescível. Esse material deveria ser encaminhado para a compostagem e, posteriormente ser utilizado nos parques da cidade ou comercializado. Essa comercialização seria outra forma de receita do sistema de gestão. Outra alternativa de tratamento seria o investimento em uma Central de Incineração ou na utilização do biogás gerado no aterro.

A validade do contrato com a empresa SL Ambiental de 20 anos, pode dificultar alterações dentro desse período em termos de gestão integrada de RSU. Já os materiais de divulgação deveriam ser ampliados e receber dados sobre o custo da gestão e a importância da separação dos resíduos. Ao final do ano, deveriam ser adotados relatórios de transparência fiscal e divulgados nas residências. Dessa forma, a população passaria a compreender os valores pagos anualmente na taxa de IPTU, além de entender as dificuldades com a execução de todas as etapas operacionais.

Após cálculos sobre ganhos e perdas, talvez a estratégia fosse a retomada pelo órgão público pelas operações. A reorganização das etapas e a própria execução facilitaria o controle da gestão como um todo. É possível também que as despesas diminuíssem. Esta mudança certamente só deve ser feita se houver a contratação de técnicos com conhecimento na área. A terceirização dos serviços poderia ser mantida, mas é visível que existe falta de acompanhamento do setor público para que ambos reduzam custos e tornem a gestão sustentável.

Já em Zurique as propostas seriam quanto ao aproveitamento dos resíduos putrescíveis, que atualmente acabam indo para incineração, visto que, conforme a o próprio ERZ, as composteiras caseiras não são largamente utilizadas.

O Departamento poderia ampliar o recebimento de resíduos para incineração, como, por exemplo, de mais municípios vizinhos, com aumento do potencial de geração de energia. O investimento no controle dos gases e emissões atmosféricas também deve ser constante, assim como alternativas de reutilização do rejeito aterrado.

A taxa cobrada anualmente poderia ser calculada como aquela cobrada ao comércio, em função do número de pessoas residentes em cada domicílio.

6 CONCLUSÃO

A partir das análises realizadas, as conclusões sobre a gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos em São Leopoldo são:

- 1- A prefeitura, não possui recursos próprios para executar todas as etapas de gerenciamento dos RSU (a arrecadação municipal não é suficiente para manter o programa de gestão atual e o orçamento não é definido).
- 2- Na gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos do município de São Leopoldo as informações e dados do programa não estão totalmente claros para o poder público. Alguns registros são feitos apenas pela empresa contratada (SL Ambiental).
- 3- Nas etapas de coleta e transporte dos resíduos existe falta de comunicação entre a Prefeitura Municipal e a empresa contratada. Perguntas semelhantes nas entrevistas feitas na Secretaria e na empresa contratada resultaram em respostas distintas, o que certamente dificulta o controle da gestão.
- 4- O serviço contratado para as etapas de varrição, podas e capina no processo de limpeza pública não são suficientes para a demanda, sendo necessário um grupo da própria SELIMP para complementar o serviço. Esse fato pode dificultar o controle e a qualidade dos serviços, pois os grupos de trabalho, ferramentas e máquinas são diferentes.
- 5- A SELIMP não possui todos seus dados concentrados em relatórios únicos ou históricos registrados. Como consequência, as informações podem se perder quando ocorre troca de pessoal ou administração.
- 6- A educação ambiental da população fica comprometida pelo fato de não existirem programas para aprendizagem das ações gerenciais no manejo dos resíduos e que dependam da população (exemplo: separação dos resíduos e coletas diferenciadas) além da não divulgação das despesas e receitas relacionadas à gestão dos resíduos. As taxas de serviço cobradas muitas vezes não são pagas em função do conhecimento da importância da execução dos serviços envolvidos.

- 7- O sistema de gestão de São Leopoldo cumpre com as exigências das leis ambientais, pois oferece a coleta seletiva à população, possui programa de reciclagem e encaminha para o destino final adequado seus resíduos.
- 8- São Leopoldo ainda trabalha com um processo altamente focado na retirada dos resíduos dos locais de geração e posterior destinação final, sem maiores cuidados com a minimização e tratamentos dos diversos resíduos, principalmente a maior parcela: os resíduos putrescíveis.
- 9- A composição gravimétrica dos RSU de São Leopoldo deveria ser realizada pela própria Secretaria, com uma frequência definida em função do crescimento populacional.

Em Zurique concluiu-se que:

- 1 – O sistema de gestão da cidade cumpre com a exigência das leis federais;
- 2 – A metodologia de gerenciamento é bastante ampla, principalmente quando se refere aos tipos de coleta dos resíduos. Essa variedade é positiva no sentido de maior abrangência na reciclagem dos materiais, contudo essa é uma tarefa que exige maior controle e organização por parte do Departamento;
- 3- Praticamente todas as operações envolvidas na gestão são realizadas pelo próprio Departamento da Prefeitura, que possui seus próprios veículos, espaços, equipamentos e ainda oferece serviços privados;
- 4 – A incineração dos RSU gera maiores receitas, com a comercialização da energia gerada, mas também gera maiores despesas (comparativamente ao processo de aterro sanitário). O motivo são as manutenções e controles da usina. O serviço particular, prestado à empresas e outros municípios colabora com o saldo positivo anual do município;
- 5 – O fato da maioria da população residir em prédios e condomínios auxilia na implantação e controle dos PEVs, pois exige menor número de pontos em comparação com áreas onde existem somente casas.
- 6 - Zurique exige maior dedicação por parte da população em separar seus resíduos, porém isso se reflete na disponibilização de tempo, espaço nas residências e transporte até os PEVs.

- 7 – O método de transferir a responsabilidade da segregação dos resíduos para os cidadãos por meio do pagamento das embalagens oficiais e fiscalização mostrou-se eficiente nesse município.
- 8 – O sistema poluidor-pagador e a constante divulgação dos trabalhos do ERZ (educação ambiental) acabam influenciando na escolha dos produtos da população, o que estimula também as indústrias na criação de embalagens retornáveis;
- 9 - Zurique trabalha com coleta seletiva e alternativas de tratamentos há mais tempo que São Leopoldo, provavelmente esse seja um dos motivos para se encontrar uma população melhor instruída sobre suas responsabilidades. Além disso, a educação ambiental continuada e a intensa fiscalização são determinantes para a participação dos moradores da cidade.
- 10 – A condição social e econômica do município permite maior liberdade na escolha dos métodos empregados na gestão;

Pode-se concluir, portanto, que a maioria da população, tanto na cidade brasileira quanto na cidade suíça, ainda participa da gestão dos RSU de forma passiva, condicionada às regras estabelecidas pelo poder público. Por isso, o papel das prefeituras é de extrema importância e a gestão dos RSU deve ser planejada e executada continuamente, sendo necessário o tempo de adaptação da população e do próprio poder público com as operações.

Mesmo com processos diferentes, tanto São Leopoldo quanto Zurique utiliza a disposição final dos seus resíduos em aterro sanitário, etapa que ainda não pode ser eliminada da cadeia de operações.

É possível utilizar a ferramenta do Mapeamento do Fluxo de Resíduos para a avaliação dos sistemas de gestão como um todo, pois ela permitiu inserir dados que usualmente não são apresentadas nos fluxogramas utilizados na área de RSU, resumiu as informações e facilitou a comparação entre os sistemas.

Os problemas encontrados na gestão dos resíduos sólidos urbanos podem ser relacionados a falta de visão sistêmica da administração municipal, pois quando os setores não trabalham de forma interligada, é comum ocorrer falhas e lacunas de gestão.

6.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A comparação de sistemas de gestão de RSU em municípios distintos não é simples e envolve diversos fatores, principalmente aqueles relacionados às características da população.

Não existe um “modelo único” que pode ser executado em todas as cidades, as formas de gestão devem levar em consideração as características locais, a criatividade, pontos fortes e fracos da cidade para projetar o seu próprio modelo. Disponibilidades financeiras e de espaço também devem ser consideradas. Mesmo assim, é possível adotar algumas soluções já utilizadas em outros locais, adaptando-as para uma situação em particular, sendo portanto essa uma contribuição desse trabalho.

A dificuldade em obterem-se as variáveis envolvidas em todas as etapas operacionais compromete o planejamento da gestão integrada de RSU. Sem fiscalização e controles e registros as avaliações sempre estarão passíveis de equívocos.

6.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- 1- A composição gravimétrica pode ser realizada (ambas com o mesmo método) para maior confiabilidade dos dados;
- 2- A compração dos sistemas de gestão dos RSU pode ser feita incluindo outros municípios;
- 3- O mapeamento de fluxo de resíduos pode ser reutilizado, inclusive nos mesmos municípios estudados, acrescentando informações ora não obtidas ou existentes;
- 4- Trabalhos similares em outras cidades, que possuem outros sistemas de gestão, podem se utilizar da ferramenta e incluir novos indicadores;
- 5- É possível a aplicação da ferramenta para a criação de cenários futuros, em que sejam testadas alternativas gerenciais e de tratamento diferentes para posterior implementação;

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**: Resíduos sólidos: Classificação. Rio de Janeiro, 2004.

_____. **NBR 8419**: Apresentação de Projetos de Aterros Sanitários de Resíduos Sólidos Urbanos. Rio de Janeiro, 1992.

_____. **NBR 9191**: Sacos Plásticos para Acondicionamento de Lixo. Rio de Janeiro, 1999.

_____. **NBR 12.980**: Coleta, Varrição e Acondicionamento de Resíduos Sólidos Urbanos. Rio de Janeiro, 1993.

ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil em 2010**. Disponível em: <http://www.abrelpe.org.br/panorama_2010.php>. Acesso em: 29 de ago. 2011.

AGUIAR, J.; PHILIPPI Jr, A. **Saneamento, saúde e ambiente**: fundamentos para um desenvolvimento sustentável. 1. ed. Barueri: Manoele, 2005. Cap. 8. Inclui bibliografias. ISBN 85-204-2188-1

ANTUNES JR, J.; ALVAREZ, R.; KLIPPEL, M.; BORTOLOTTI, P.; PELLEGRIN, I. **Sistemas de Produção**: conceitos e práticas para projeto e gestão da produção enxuta. Porto Alegre: Bookman, 2008.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Taxas de Câmbio**. Disponível em: <<http://www4.bcb.gov.br/pec/conversao/conversao.asp>> Acesso em: 16 fev. 2012

BRASIL. Ministério das Cidades, Secretaria Nacional de Saneamento Público. **Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos 2009**. Disponível em: <http://www.cidades.gov.br/ministerio-das-cidades/arquivos-e-imagens-oculto/DiagRS2007_A5.pdf> Acesso em: 10 nov. 2010.

_____. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de Saneamento**. 3 ed. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2004.

_____. **Lei nº 11.445, de 05 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. Disponível em: <http://legislacao.planalto.gov.br/legisla/legislacao.nsf/viw_identificacao/lei%2011.445-2007?opendocument> Acesso em: 03 ago. 2011.

_____. **Lei nº 12.305, de 02 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. Brasília, DF, 02 de agosto de 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm> Acesso em: 05 set. 2010.

CAETANO, M.O., **Aplicação de reator de chicanas no tratamento de lixiviados de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos para remoção de nitrogênio amoniacal por “stripping”**. 2009. 165 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, Universidade do Vale dos Sinos, São Leopoldo, RS, 2009.

CALLAN, Scott; THOMAS, Jantet M. **Environmental economics & and Management: Theory, Policy and Applications**. 3. ed. Mason, Ohio: Thomson South-Western, 2004. 585p.

CALDERONI, S. **Os bilhões perdidos no lixo**. 3. ed. São Paulo: Humanitas Publicações, 1999. 346 p. ISBN 85-750-6077-5

CASTILHOS JR, A.B.; LANGE, L.C.; GOMES, L.P; PESSIN, N. **Resíduos Sólidos Urbanos: Aterro Sustentável para Municípios de Pequeno Porte**. 1 ed. Rio de Janeiro: ABES/RIMA Projeto PROSAB, 2003.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução N° 275, de 25 de abril de 2001**. Estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos na coleta seletiva. Diário Oficial da República Federativa Brasileira. 19 Jun. 2001, p80.

CHIOCHETTA, J.; CASAGRANDE, L.F. **Mapeamento do Fluxo de Valor aplicado em uma pequena indústria de alimentos**. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP, Foz do Iguaçu, 2007.

CONSONI, A.J.; PERES, C.S.; CASTRO, A.P. de. Origem e Composição do Lixo. In: D’ALMEIDA, M.L.O.; VILHENA, A. (Coord). **Lixo Municipal: Manual de gerenciamento integrado**. 2. ed. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) e Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE), 2000. p. 29-40.

DEMAJOROVIC, J. Evolução dos Modelos de Gestão de Resíduos Sólidos e seus instrumentos. **Caderno Fundap**, v.20, p. 47-58, 1996.

DMLU. Departamento Municipal de Limpeza Pública. **Caminho do lixo**. Disponível em: <http://www2.portoalegre.rs.gov.br/dmlu/default.php?p_secao=109> Acesso em: 20 set. 2011.

ELIAS, S.J.; MAGALHÃES, L.C. Contribuição da Produção Enxuta para obtenção da Produção Mais Limpa. In: XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP, 2003, Ouro Preto, MG. **Anais ABEPRO**, 2003.

ETH ZURICH. Eldgenössische Technische Hochschule Zürich. **About us**. Disponível em: <http://www.ethz.ch/about/index_EN> Acesso em: 10 ago. 2010.

FEE – Fundação de Economia e Estatística do Estado do Rio Grande do Sul. **PIB Municipal do Rio Grande do Sul**. Disponível em: <http://www.fee.tche.br/sitefee/pt/content/estatisticas/pg_pib_municipal_destaque_texto.php>. Acesso em: 13 dez. 2010.

FERNANDES, M. **Coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos: um estudo da gestão dos programas de Florianópolis/SC, Belo Horizonte/MG e Londrina/PR**. 2007. 149 f. Dissertação

(Mestrado em Administração) – Programa de Pós Graduação em Administração. Universidade do Vale do Itajaí, Biguaçu, SC, 2007.

FERRO, J.R. Leanservice: novas fronteiras de aplicações do sistema Lean em serviços. In: XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP, 2006, Ouro Preto, MG. **Anais ABEPRO**, 2008.

_____. A essência da ferramenta “Mapeamento do Fluxo de Valor”. **Lean Institute Brasil**. Disponível em: <http://w.lean.org.br/download/artigo_07.pdf>. Acesso em: 05 nov. 2010.

FRANGIPANE, E.F., FERRARIO M.; PASTORELLI, G. Gerenciamento de resíduos sólidos municipais nas áreas metropolitanas da Europa - uma estratégia integrada. In: **Guia Internacional de Gerenciamento de Resíduos Sólidos - Livro Anual da ISWA**. São Paulo, 1998. P. 16-27. Disponível em: www.abrelpe.com.br/iswa Acesso em: 28 out. 2010.

GALBIATI, A. F. **Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos e a Reciclagem**. 2005. Disponível em: <<http://www.amda.org.br/objeto/arquivos/97.pdf>> Acesso em: 14 jul. 2010.

GIL, A.C. Métodos e técnicas de pesquisa social. São Paulo: Atlas, 1999.

GODOY, A.S. **Estudo de caso qualitativo**. In: GODOI, C.K.; BANDEIRA-DE-MELLO, R.; SILVA, A.B. Pesquisa qualitativa em estudos organizacionais: paradigmas, estratégias e métodos. São Paulo: Saraiva, 2006. Cap. 4.

GOMES, L.P. **Sustentabilidade ambiental**. Aula proferida no Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, São Leopoldo, abril de 2010.

GOMES, L.P. **Informações sobre Taxas de Lixo** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <pamelaghesla@yahoo.com.br> em 16 fev 2012.

GOMES, L.P.; POVINELLI, J. Caracterização física dos resíduos sólidos urbanos da cidade de São Carlos – SP – Brasil. **Revista Bio**. Ano III, n. 2, p. 63-68,1991.

GRIMBERG, E. Coleta Seletiva: reciclando materiais, reciclando valores. **Revista Pólis**, n. 31, p.103, 1998.

GONÇALVES, M.S. **Informações sobre Taxas de Lixo** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <pamelaghesla@yahoo.com.br> em 14 fev 2012.

GRIPPI, S. **Lixo: reciclagem e sua história**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2006. 166 p. ISBN 85-7193-144-5

HERNANDES, A.R. **Uma proposta de sistema de gestão integrado para unidades de triagem de resíduos sólidos urbanos**. 2011. 130 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, Universidade do Vale dos Sinos, São Leopoldo, RS, 2011.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

_____. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Pesquisa sobre Pagamento por Serviços Ambientais Urbanos para Gestão de Resíduos Sólidos**. Brasília, DF, 2010.

JACOBI, Pedro. et al. **Gestão compartilhada dos resíduos sólidos no Brasil**. São Paulo: Annablume, 2006.

JARDIM, N.S. et al. **Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado**. São Paulo: IPT/CEMPRE, 2010.

LAKATOS, E.M.; MARCONI, M.A. **Metodologia do trabalho científico**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2001. 238 p.

LOBER, D.J. Municipal solid waste policy and public participation in household source reduction. **Waste Management & Research**, v. 4, p. 125-143, 1996.

MACÊDO, A.P. **Gestão de resíduos sólidos domiciliares: uma avaliação de desempenho da coleta e transporte nos municípios de Recife, Olinda e Jaboatão dos Guararapes**. 2003. 183 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2003.

MASSUKADO, L.M. **Sistema de Apoio a Decisão: Avaliação de Cenários de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos Domiciliares**. 2004. 230 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana. Universidade Federal de São Carlos, SP, São Carlos, 2004.

MENEZES, R.A.; MENEZES, M.A.; REAL, J.L. Estágio Atual da Incineração no Brasil. In: VII Seminário Nacional de Resíduos Sólidos e Limpeza Pública. Curitiba, PR. **Anais ABLP**, 2000.

MESQUITA JR, J.M. **Gestão Integrada de Resíduos Sólidos**. Rio de Janeiro: IBAM, 2007.

MILIUTE, J.; STANISKIS, J.K. Application of life-cycle assessment in optimisation of municipal waste management systems: the case of Lithuania. **Waste Management & Research**, v. 28, n. 4, p. 298-308, 2010.

MONTEIRO, J.H.P. et al. **Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos**. Rio de Janeiro, IBAM, 2001. 204 p.

MOURA, F.C. de. **Contribuição para o gerenciamento de resíduos sólidos urbanos de São Leopoldo-RS**. 2010. 55 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnólogo em Gestão Ambiental). Universidade do Vale dos Sinos, São Leopoldo, 2010.

MUSTIN, M. *Le Compost gestion de la matière organique*. Paris: Editions François Dubusq, 1987. 954 p.

NOGUEIRA, P.P.; MESQUITA, M.A.M. Determinação da produtividade do serviço de varrição manual de rua em áreas específicas de Belo Horizonte/MG. 21º Congresso de Engenharia Sanitária e Ambiental. Rio de Janeiro, RJ. **Anais ABES**, 2001.

NGUYEN, T.T.; WILSON, B.G. Fuelconsumptionestimation for kerbsidemunicipalsolidwaste (MSW) collectionactivities. **Waste Managment & Research**, v. 28, n. 4, p. 289-297, 2010;

OLIVEIRA, Artur Santos Dias de. **Método para a Viabilização da Implantação de Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos: O Caso Do Município do Rio Grande – RS**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia De Produção. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2002.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: Além da Produção em Larga Escala**. Porto Alegre: Bookmann, 1988.

PARRA, R.; DANTAS, M.L.S.; PICHLER, E.F.; CUNHA, C. B. **Acondicionamento e coleta Do Lixo**. In: **Lixo Municipal – Manual de Gerenciamento Integrado**. D'ALMEIDA, M.L.O.; VILHENA, A. (Coord.). 2 ed. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT , Compromisso Empresarial para Reciclagem - CEMPRE, 2000. p. 370, cap. 3, p.43-77.

PARO, A.C.; COSTA, F.C.; COELHO, S.T. Estudo Comparativo para o Tratamento de Resíduos Sólidos Urbanos: Aterro Sanitário X Incineração. **Revista Brasileira de Energia**, vol. 14, n. 2, p. 113-125, 2008.

PEREIRA NETO, J.T. Gerenciamento de resíduos sólidos em municípios de pequeno porte. **Ciência & ambiente**, n.18, (jan./jun,1999), p.40-52.

PIMENTEIRA, C.A. **Aspectos sócio-econômicos da gestão dos resíduos sólidos no Rio de Janeiro – Uma análise insumo produto**. 2002. 181 f. Dissertação (Mestrado em Ciências, Planejamento Energético) - COOPE. Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ, 2002.

PMSL - PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO LEOPOLDO. **Caracterização do município**. Disponível em: <https://www.saoleopoldo.rs.gov.br/home/show_page.asp?user=&id_CONTEUDO=1460&co did_CAT=21&imgCAT=&id_SERVICO=&categoria=%3Cb%3ECidade%3C/b%3E> Acesso em: 13 de jul. 2010.

ROTHER, M.; SHOOK, J., **Learning to See - Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda**. The Lean Enterprise Institute, MA, USA, 1998.

SHOOK, JOHN e MARCHWINSKI, CHET. **Léxico Lean – Glossário Ilustrativo para Praticantes do Pensamento Lean**, São Paulo: Lean Enterprise Institute, 2003.

SANTOS, G.G.D. **Análise e perspectivas de alternativas de destinação dos resíduos sólidos urbanos: o caso da incineração e da disposição em aterros**. 2011. Dissertação. (Mestrado em Ciências e Planejamento Energético). – Programa de Pós Graduação em Planejamento e Pesquisa Energética – COPPE. Universidade Ferederal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RS, 2011.

SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT. **Bundesamt für Statistik**. Disponível em: <<http://www.bfs.admin.ch/>> Acesso em: 01 de out. 2010.

SELUR – SINDICATO DAS EMPRESAS DE LIMPEZA URBANA NO ESTADO DE SÃO PAULO; ABLP – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA. **Gestão de Limpeza Urbana: um investimento para o futuro das cidades**. 2010

SNIS – Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento. Ministério das Cidades – Coleta de Dados dos Resíduos Sólidos. <<http://www.snis.gov.br/PaginaCarrega.php?EWRErterterTERTer=87>> Acesso em: Dez. 2010.

SHINGO, S. **O sistema Toyota de produção**: do ponto de vista da engenharia de produção. Tradução de Eduardo Schaan. 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 1996. 291 p. ISBN 85-7307-169-9

STADT ZÜRICH. **Präsidialdepartement**. Disponível em: <http://www.stadt-zuerich.ch/prd/de/index/statistik/in_kuerze.html> Acesso em: 05 de ago. 2010.

STADT ZÜRICH. **Statistik**. Disponível em: <http://www.stadt-zuerich.ch/content/dam/stzh/prd/Deutsch/Statistik/Publikationsdatenbank/TAS_2010-de_v2.pdf> Acesso em: 08 de dez. de 2010.

TAGUCHI, R.L. **Gestão integrada de resíduos sólidos urbanos domiciliares com o uso do *Balanced Scorecard***. 2010. 178 f. Dissertação (Mestrado em Administração de Organizações) – Programa de Pós-Graduação em Administração de Organizações. Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto, SP, Ribeirão Preto, 2010.

TORRES, JR.; GATI, A.M. Lean and Green – Mapeamento Ambiental dos Processos de Produção. **Lean Institute Brasil**. Disponível em: <<http://www.lean.org.br/artigos/121/lean-e-green---mapeamento-ambiental-dos-processos-de-produ%C3%A7%C3%A3o.aspx>>. Acesso em: Jan. 2012.

UN-HABITAT – UNITED NATIONS HUMAN SETTLEMENTS. **Solid Waste Management in The World's Cities**: water and sanitation in the world's cities 2010. Washington: Earthscan, 2010. ISBN 978-184971-170-8.

UNISINOS. **Informações sobre o número de alunos e funcionários da universidade** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <pamelaghesla@yahoo.com.br> em 13 fev 2012.

VEIGA, V.V. **Análise de indicadores relacionados à reciclagem de resíduos sólidos urbanos no município de Florianópolis**. 2004. 140 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

YIN, R.K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. Tradução de Daniel Grassi. 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 2005. ISBN: 85-363-0462-6

ZANTA,M.V.; FERREIRA,C.F.A. **Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos**. In: Resíduos Sólidos Urbanos: Aterro Sustentável para Municípios de Pequeno Porte. Coordenador: Armando Borges de Castilhos Junior. Rio de Janeiro: Abes, RIMA, 2003. 294p. PROJETO PROSAB.

ZEPEDA, F. Situacion Del Manejo de Resíduos Solidos em America Latina y El Caribe. In: Simpósio Interamericano de Resíduos Solidos – XXIV Congresso AIDIS. Buenos Aires, Argentina, 1994.

ZURICH MAPS AND ORIENTATION.**Area Map of Zurich**.Disponível em: <http://www.zurich.world-guides.com/zurich_maps.html> Acesso em: 10 de ago. 2010

APÊNDICES

As entrevistas foram guiadas pelos roteiros aplicados. Posteriormente os dados foram sendo complementados em inúmeras oportunidades.

APÊNDICE A - ROTEIRO DE ENTREVISTA APLICADO À SECRETARIA MUNICIPAL DE LIMPEZA PÚBLICA - SELIMP

Entrevistado A
Data: 22.02.2011

Entrevistado B
Data: 17.06.2011

INDICADOR	QUESTÃO	RESPOSTA
Global	01. Quem é o responsável atual pela Gestão dos RSU no município?	Secretaria Municipal de Limpeza Pública - SELIMP
	02. Quantos funcionários trabalham no departamento/secretaria responsável pela Gestão dos RSU e qual o tipo de formação de cada um deles?	01 secretário 01 chefe gabinete - Biólogo 01 técnico - Eng. Ambiental 07 estagiários 39 operacional
	03. Há um Plano Diretor de Resíduos Sólidos Urbanos aprovado e implementado?	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não Está em fase de elaboração final.
	04. A gestão dos RSU varia entre os diferentes bairros da cidade?	<input checked="" type="checkbox"/> Sim-Como? <input type="checkbox"/> Não Em um bairro o sistema de coleta não é realizado pela prefeitura em função de um acordo com a cooperativa Uniciclar.
Operacional		
Acondicionamento	05. Quais são os tipos de acondicionamento de RSU?	A população dispõe os recipientes. Apenas em um bairro foram doados contêineres em função do difícil acesso do caminhão.
	06. Existe algum padrão de recipiente ou forma de acondicionamento exigido pela Prefeitura?	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não
	07. Os recipientes utilizados para o acondicionamento dos RSU são pagos?	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não
Coleta	08. Como é feita a coleta dos RSU?	Coleta Seletiva (recicláveis) e Coleta Regular (putrescíveis) porta a porta.
	09. Qual a população atendida?	211.663 habitantes (população de São Leopoldo segundo IBGE, 2009) ou 70.000 logradouros (segundo cálculo da RGE)

Coleta	10. Quanto é coletado diariamente?	Em torno de 170 toneladas.
	11. Quem é o responsável pela coleta?	A empresa SL Ambiental e a SELIMP no comércio.
	12. Quantas pessoas trabalham realizando a coleta?	SL Ambiental
	13. Qual a frequência de coleta dos resíduos sólidos urbanos em cada bairro?	Coleta Seletiva: 1 vez/semana Coleta Regular: 3 vezes/semana. * Bairro centro: diariamente regular e 3 vezes/semana seletiva.
	14. Em quais turnos são realizadas as coletas?	Diurno e noturno.
	15. Existe coleta seletiva?	Sim.
	16. Quanto é coletado diariamente (coleta seletiva)?	Não se tem o valor exato.
	17. Já houve coleta através de contêineres alguma vez? Como foi a experiência?	() Sim (X) Não
	18. É utilizada balança para a pesagem rotineira dos resíduos coletados?	Não.
	19. Os funcionários recebem algum tipo de treinamento?	SL Ambiental
20. Qual o custo total da coleta?	Não se tem o valor.	
Transporte	21. Qual o número de veículos destinados para o transporte dos resíduos?	01 da SELIMP + SL Ambiental
	22. Qual o tipo de veículo (compactador/baú)?	Compactador e baú
	23. Qual a capacidade de transporte do veículo?	SL Ambiental
	24. Qual a idade dos veículos?	SL Ambiental
	25. Qual a frequência de manutenção desses veículos?	SL Ambiental
	26. Existe fiscalização dos veículos?	Sim.
	27. Qual o custo total do transporte?	Não informado.
Tratamentos	29. Qual o volume de resíduos triados?	Não informado.
	30. Quantas pessoas trabalham nesta atividade?	Não informado.
	31. Quantas horas ao dia os grupos de triagem trabalham?	Varia de acordo com a cooperativa.
	32. Quais são os principais problemas enfrentados na triagem dos resíduos?	Mistura de materiais, mudança constante de cooperativados e falta de entrega dos relatórios mensais.
	33. Qual o custo da etapa de triagem?	Estrutura Física + Subsídio: R\$ 1.500,00 (mensais)
	34. Quais os tipos de tratamentos que os RSU sofrem (reciclagem, incineração, aterro, etc)?	Reciclagem.
	35. Por que a escolha deste tipo de tratamento?	Pela questão social e pelos custos.
36. Qual o volume de materiais tratados?	Não informado.	

	37. Qual o destino dos principais materiais tratados?	Venda para indústrias que utilizam os materiais em seus processos.
	38. Quantos colaboradores estão envolvidos nesta atividade?	Não informado.
	39. Qual a receita desta atividade?	Não informado.
	40. Qual a despesa desta atividade?	Não informado.
Disposição Final	41. Qual a destinação final dos RSU?	Aterro sanitário.
	42. Qual o volume encaminhado para destinação final?	Não informado.
	43. Qual o período de acompanhamento dos resíduos após a destinação final?	SL Ambiental
	44. Quantos colaboradores estão envolvidos nesta atividade?	SL Ambiental
	45. Qual a despesa para a destinação final?	R\$ 320.253,45 (maio/2011)
Limpeza pública	46. Metodologia operacional.	Varição, capina e pintura de meio fio manual.
	47. Quantos km de vias públicas são atendidas?	Não informado.
	48. Quantos colaboradores estão envolvidos nesta atividade?	SELIMP: 28 pessoas, 02 caminhões e 01 retroescavadeira + SL Ambiental
	49. Valor contratual (preço unitário) do serviço de varrição manual em uma determinada data.	Maio/2011 - R\$ 102.077,31 (120 km) Maio/2011 - R\$ 126.578,64 (avenidas da cidade) Maio 2011 - R\$ 78.812,18 (95 praças)
	50. O que é feito com os resíduos após a limpeza?	Não informado.
Econômico	51. A prefeitura cobra pelos serviços oferecidos para a população?	Sim.
	52. Qual a forma de cobrança?	Taxa de lixo, embutido no IPTU, cálculo é feito pela área do imóvel.
	53. Há variação entre os bairros quanto ao investimento de recursos financeiros para a Gestão dos RSU?	(X) Sim () Não No centro da cidade a coleta dos resíduos é mais freqüente.
	54. Qual o gasto com empresas terceirizadas?	Cerca de 1 milhão e 500 mil reais ao mês.
	55. A Prefeitura recebeu recursos federais para a gestão no ano de 2011?	Não.
Social	56. Existem catadores que realizam este serviço disperso na cidade?	Sim.
	57. Os catadores participam de cooperativas ou associações?	Sim.
	58. Quais os programas oferecidos pela Secretaria que envolvam questões sociais?	A maioria dos cooperativados são ex catadores de rua ou do antigo lixão.
	58. Quais os programas oferecidos pela Secretaria que envolvam questões sociais?	As Centrais de Triagem e o Programa Mundo mais Limpo (de óleo)
Qualidade	59. Quem atende as reclamações feitas pela população sobre os RSU?	A própria Secretaria ou a SL Ambiental quando é sobre coleta.
	60. A quantidade de reclamações/sugestões é registrada?	Não.

	61. Existe alguma pesquisa de satisfação da população?	Não.
	62. Como é analisada a participação da população nos programas oferecidos pela Secretaria?	Atarvés da quantidade enviada ao aterro sanitário.
	63. Existem materiais de divulgação e de educação ambiental sobre os RSU?	Sim, folders.
	64. Quem é o responsável pela regulação e fiscalização dos serviços?	A SELIMP e o departamento de fiscalização da SEMMAM.
	65. O município fixou direitos e deveres dos usuários?	Sim. Decreto de São Leopoldo-RS, nº 6276 de 01/12/2009
Político-Institucional	66. A Prefeitura alguma vez criou iniciativas ainda pouco utilizadas em outros municípios?	Sim, o uso de contêiner.
	67. Existe algum grupo voltado somente na busca de novas técnicas e projetos?	Não, mas será criado.
	68. Quais as metas do município para os próximos anos?	Aumentar a frequência da coleta seletiva, coletar todos os tipos de resíduos urbanos e possuir fiscais próprios.
	69. Como a Prefeitura divulga seus projetos?	Folders e palestras em escolas.
	70. Existe dados de verbas destinadas anuais para a educação ambiental da população?	Não.
	71. Existe divulgação das atividades realizadas pela Secretaria? Como?	Não informado.
	72. Existe divulgação dos gastos da Secretaria para a população?	Não informado.

APÊNDICE B - ROTEIRO DE ENTREVISTA APLICADO À EMPRESA SL AMBIENTAL

Entrevistado A
Data: 03.03.2011

Entrevistado B
Data: 17.06.2011

INDICADOR	QUESTÃO	RESPOSTA
Gestão (empresa)	01. Qual a função da empresa?	Coletar os resíduos sólidos domésticos, de saúde, capina e varrição e operar o aterro sanitário de São Leopoldo.
	02. Desde quando a empresa presta este serviço à Prefeitura?	Em 2002 iniciou o processo de recuperação do antigo lixão e em 2005 iniciou a coleta e disposição final dos resíduos.
	03. Quantos funcionários trabalham na empresa?	170 pessoas
	04. Quantos são do setor administrativo?	15 pessoas
Acondicionamento	05. Quais são os tipos de acondicionamento dos RSU?	A população dispõe dos recipientes. Apenas em um bairro foram doados contêineres em função do difícil acesso do caminhão.
	06. Existe algum padrão de recipiente ou forma de acondicionamento exigido pela empresa?	() Sim (X) Não
	07. Os recipientes utilizados para o acondicionamento dos RSU são pagos?	() Sim (X) Não
Coleta	08. Como é feita a coleta dos RSU?	Coleta Seletiva (recicláveis); Coleta Regular (putrescíveis);
	09. Quanto é coletado diariamente?	Coleta regular: 150 t (média)
	10. Quanto é coletado na coleta seletiva?	Não possuem o valor.
	11. Quantas pessoas trabalham realizando a coleta?	65 pessoas
	12. Qual a frequência de coleta dos resíduos sólidos urbanos em cada bairro?	Coleta Seletiva: 1 vez/semana Coleta Regular: 3 vezes/semana. * Bairro centro: diariamente regular e 3 vezes/semana seletiva.
	13. Em quais turnos são realizadas as coletas?	Diurno e noturno.

	14. Já houve coleta através de contêineres alguma vez? Como foi a experiência?	() Sim (X) Não
	15. É utilizada balança para a pesagem rotineira dos resíduos coletados?	(X) Sim() Não Todo o material que chega ao aterro é pesado, bem como o que vai para a célula.
	16. Os funcionários recebem algum tipo de treinamento?	(X) Sim() Não Capacitação de função e de segurança.
	17. Quais as principais dificuldades enfrentadas pela empresa no serviço prestado?	Colaboração da população com a coleta seletiva.
	18. Os funcionários utilizam EPIs?	(X) Sim() Não
Transporte	19. Qual o número de veículos utilizados para o transporte dos resíduos?	10 veículos
	20. Qual o tipo (compactador/baú)?	Caminhão compactador: 06; Caminhão baú: 04.
	21. Qual a capacidade de transporte dos veículos?	Caminhão compactador: 8 e 12 toneladas; Caminhão baú: não informado.
	22. Qual a idade dos veículos?	Caminhões compactadores 06 anos e caminhões baú xx anos. (não informado).
	23. Qual a frequência de manutenção desses veículos?	Não possuem este dado.
Tratamentos	24. A empresa possui alguma ligação com a etapa de triagem realizada no aterro sanitário? Qual?	Sim, a empresa arca com os custos de água e energia.
	25. Qual o volume de resíduos triados?	Cerca de 3.500 t/mês
	26. Quantas pessoas trabalham nesta atividade?	23 pessoas
	27. Quantas horas ao dia os grupos de triagem trabalham?	2 turnos de 08h cada
Disposição Final	28. Quais os tipos de resíduos que a célula do aterro recebe?	Diversos de Classe II.
	29. Qual o volume aterro diariamente?	Não informado.
	30. Qual o período de acompanhamento dos resíduos após a destinação final?	20 anos.
	31. Quantos colaboradores trabalham no aterro?	10
	32. A atual célula foi projetada para quantos anos de utilização?	08 anos
Limpeza Pública	33. Quais os serviços realizados pela empresa?	Poda, capina e pintura de meio fio.
	34. Quantos veículos a empresa possui para esta atividade?	10
	35. Quantos colaboradores trabalham no setor?	50
	36. O que é feito com os resíduos após a limpeza?	A Prefeitura encaminha para destinação final.
Econômico	37. A empresa pode fornecer quais seus gastos mensais? o valor arrecadado pela empresa?	Não.

	38. A empresa pode fornecer qual seu lucro mensal?	Não.
Qualidade	39. A empresa recebe reclamações diretamente da população?	Sim.
	40. As atividades da empresa são fiscalizadas pela Prefeitura?	Sim.
Político-Institucional	41. A empresa auxilia a Prefeitura com materiais de divulgação (por exemplo)?	Sim, através de parcerias.
	42. Quais as metas da empresa para os próximos anos?	O atual aterro irá encerrar suas atividades, em 2012 a operação passará a ser no aterro novo, de propriedade da empresa. Aquisição de mais uma esteira para a triagem dos materiais.

**APÊNDICE C - ROTEIRO DE ENTREVISTA APLICADO AO
DEPARTAMENTO DE RECICLAGEM E ELIMINAÇÃO DE
ZURIQUE – ENTSORGUNG + RECYCLING/ERZ**

Entrevistado A
Data: 13.09.2011

Entrevistado B
Data: 07.11.2011

INDICADOR	QUESTÃO	RESPOSTA
Global	01. Quem é o responsável atual pela Gestão dos RSU no município?	Departamento de Reciclagem e Eliminação de Zurique - ERZ
	02. Quantos funcionários trabalham no departamento/secretaria responsável pela Gestão dos RSU e qual o tipo de formação de cada um deles?	510 pessoas 38 com cargos administrativos, 22 com nível superior
	03. Há um Plano Diretor de Resíduos Sólidos Urbanos aprovado e implementado?	Sim.
	04. A gestão dos RSU varia entre os diferentes bairros da cidade?	() Sim -Como? (X) Não
Operacional		
Acondicionamento	05. Quais são os tipos de acondicionamento de RSU?	Contêineres distribuídos pela prefeitura e PEV com contêineres distribuídos pelas empresas terceirizadas.
	06. Existe algum padrão de recipiente ou forma de acondicionamento exigido pela Prefeitura?	(X) Sim () Não
	07. Os recipientes utilizados para o acondicionamento dos RSU são pagos?	(X) Sim - Por quem? População () Não
Coleta	08. Como é feita a coleta dos RSU?	Coleta Seletiva (recicláveis); Coleta Regular (putrescíveis e não recicláveis); coleta de eletrodomésticos, eletrônicos e móveis.
	09. Qual a população atendida?	100% da cidade
	10. Quanto é coletado diariamente?	Cerca de 350 t
	11. Quem é o responsável pela coleta?	O ERZ
	12. Quantas pessoas trabalham realizando a coleta?	169 pessoas

	13. Qual a frequência de coleta dos resíduos sólidos urbanos em cada bairro?	Sacos Oficiais: 3 vezes/semana. * Bairro centro: diariamente regular e 3 vezes/semana seletiva.
	14. Em quais turnos são realizadas as coletas?	Diurno
	15. Existe coleta seletiva?	Sim.
	16. Quanto é coletado diariamente (coleta seletiva)?	Não informado.
	17. Já houve coleta através de contêineres alguma vez? Como foi a experiência?	Sim, coleta atual.
	18. É utilizada balança para a pesagem rotineira dos resíduos coletados?	Sim.
	19. Os funcionários recebem algum tipo de treinamento?	Sim.
	20. Qual o custo total da coleta?	Sacos oficiais: Cerca de SFr 150.000 ao mês
Transporte	21. Qual o número de veículos destinados para o transporte dos resíduos?	Sacos oficiais: 31
	22. Qual o tipo de veículo (compactador/baú)?	Compactador e de içamento
	23. Qual a capacidade de transporte do veículo?	Não informado
	24. Qual a idade dos veículos?	Não informado
	25. Qual a frequência de manutenção desses veículos?	Não informado
	26. Existe fiscalização dos veículos?	Não informado
	27. Qual o custo total do transporte?	Incluído na coleta
Triagem	29. Qual o volume de resíduos triados?	_____
	30. Quantas pessoas trabalham nesta atividade?	_____
	31. Quantas horas ao dia os grupos de triagem trabalham?	_____
	32. Quais são os principais problemas enfrentados na triagem dos resíduos?	_____
	33. Qual o custo da etapa de triagem?	_____
Tratamento	34. Quais os tipos de tratamentos que os RSU sofrem (reciclagem, incineração, aterro, etc)?	Reciclagem e incineração
	35. Por que a escolha deste tipo de tratamento?	Pelo reaproveitamento das energias e pela questão de falta de área na cidade.
	36. Qual o volume de materiais tratados?	Cerca de 100 t/ano incinerado.
	37. Qual o destino dos principais materiais tratados?	Geração de energia e recicladoras.
	38. Quantos colaboradores estão envolvidos nesta atividade?	
	39. Qual a receita desta atividade?	Não informado

	40. Qual a despesa desta atividade?	Não informado
Disposição Final	41. Qual a destinação final dos RSU?	Aterro de inertes
	42. Qual o volume encaminhado para destinação final?	3.000 t/mês
	43. Qual o período de acompanhamento dos resíduos após a destinação final?	Não se tem limite de data por enquanto.
	44. Quantos colaboradores estão envolvidos nesta atividade?	Cerca de 170 pessoas
	45. Qual a despesa para a destinação final?	Cerca de SFr 600.000/mês
Limpeza Pública	46. Metodologia operacional.	Varição mecanizada
	47. Quantos km de vias públicas são atendidas?	800 km de vias 1000 km de calçadas 1,55 km ² de parques
	48. Quantos colaboradores estão envolvidos nesta atividade?	Cerca de 200 pessoas
	49. Valor contratual (preço unitário) do serviço de varrição manual em uma determinada data.	_____
	50. O que é feito com os resíduos após a limpeza?	São encaminhados para compostagem.
Econômico	51. A prefeitura cobra pelos serviços oferecidos para a população?	Sim.
	52. Qual a forma de cobrança?	Taxa anual e sacos oficiais.
	53. Há variação entre os bairros quanto ao investimento de recursos financeiros para a Gestão dos RSU?	Não.
	54. Qual o gasto com empresas terceirizadas?	_____
	55. A Prefeitura recebeu recursos federais para a gestão no ano de 2011?	Não
Social	56. Existem catadores que realizam este serviço disperso na cidade?	Não
	57. Os catadores participam de cooperativas ou associações?	_____
	58. Quais os programas oferecidos pela Secretaria que envolvam questões sociais?	Sim, participa do programa de doação e vestuários
Qualidade	59. Quem atende as reclamações feitas pela população sobre os RSU?	O ERZ
	60. A quantidade de reclamações/sugestões é registrada?	Não informado
	61. Existe alguma pesquisa de satisfação da população?	Sim.
	62. Como é analisada a participação da população nos programas oferecidos pela Secretaria?	Fiscalização e pesquisas.
	63. Existem materiais de divulgação e de educação ambiental sobre os RSU?	Sim.
	64. Quem é o responsável pela regulação e fiscalização dos serviços?	O ERZ
	65. O município fixou direitos e deveres dos usuários?	Sim.

Político- Institucional	66. A Prefeitura alguma vez criou iniciativas ainda pouco utilizadas em outros municípios?	Sim, o sistema dos sacos oficiais atualmente implantado.
	67. Existe algum grupo voltado somente na busca de novas técnicas e projetos?	Sim.
	68. Quais as metas do município para os próximos anos?	Otimizar os processos e a qualidade de atendimento à população. Compostagem?
	69. Como a Prefeitura divulga seus projetos?	Através de material enviado anualmente para as residências.
	70. Existe dados de verbas destinadas anuais para a educação ambiental da população?	Sim.
	71. Existe divulgação das atividades realizadas pela Secretaria? Como?	Sim, idem ao item 69.
	72. Existe divulgação dos gastos da Secretaria para a população?	Sim, anualmente.