

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**REVIRANDO O LIXO: POSSIBILIDADES E LIMITES
DA RECICLAGEM COMO ALTERNATIVA DE TRATAMENTO DOS
RESÍDUOS SÓLIDOS**

Cynthia Versiani Scott Varella

Belo Horizonte

2011

CINTHIA VERSIANI SCOTT VARELLA

**REVIRANDO O LIXO: POSSIBILIDADES E LIMITES
DA RECICLAGEM COMO ALTERNATIVA DE TRATAMENTO DOS
RESÍDUOS SÓLIDOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Área de concentração: Produto e Trabalho

Linha de Pesquisa: Ergonomia e Organização do Trabalho

Orientador: Professor Francisco de Paula Antunes Lima –
Departamento de Engenharia de Produção - UFMG

BELO HORIZONTE

AGRADECIMENTOS

Agradecimento rápido e sucinto, feito aos 49 minutos do segundo tempo, mas repleto de muita gratidão e amor. Vamos a lista:

Ao Chico

Aos meus pais

Aos meus irmãos

Ao Gui

Aos catadores da Coopert e do mundo

Aos trabalhadores da GRSU (do operacional ao administrativo) da cidade de Itaúna

Ao Fórum Estadual Lixo e Cidadania

Ao INSEA

À equipe do Espaço Reciclo: Viviani Zerlotini, Thais Luz e Eduardo Memória

Ao pessoal da France Libertés em nome do Andre, da Louise e do Jansen. Aos amigos da Debrouille Cia e da Maison de Bobigni

Aos meus amigos Jana, Angel, Nara e Pedrinho

Aos companheiros de mestrado: Gabriela, Fabiana, Mariana, Ana Sophia, Marcinha, Juliana, Paulo e Elbert

Aos amigos do laboratório de Ergonomia: Sara, Anderson, Adilson e Wagner

Ao meu tio Paulo

À Capes

À Ines

Aos professores do mestrado

À banca examinadora

(...muita gratidão tenho a todos, pelo amor, pela sabedoria, pelo conhecimento, pelo trabalho, pela compreensão, pela amizade e muitos, muitos, muitos outros adjetivos)

RESUMO

O objetivo dessa dissertação é analisar as possibilidades da reciclagem dentro dos sistemas de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos (GIRSU), no interior dos quais as alternativas de tratamento estão em constante processo de disputa e acomodação recíprocas. O que se quer é entender como acontece esse processo no Brasil e as condições necessárias para que a reciclagem ocupe uma proporção importante nesses sistemas. A reciclagem será abordada em quatro níveis, a começar por discussão mais geral da relação entre o sistema capitalista de produção e consumo, e a geração de lixo. Em um segundo nível são analisadas possíveis combinações de tratamentos e destinação final de resíduos, levando-se em conta que nenhuma alternativa pode ser considerada como a melhor segundo os critérios ambientais, técnicos, econômicos, políticos ou sociais. No terceiro nível, é analisado o funcionamento e os limites do processo de logística reversa, que é um dos principais empecilhos para que a cadeia produtiva de reciclagem consiga atingir proporção mais significativa no interior dos sistemas de GIRSU. Por último, aprofundando a complexidade dessa temática, é analisado um estudo de caso de coleta seletiva no município de Itaúna-MG, levantando fatores que interferem na eficiência e conseqüentemente na viabilidade da reciclagem como forma de tratamento de resíduos sólidos urbanos.

Palavras-chave: reciclagem, logística reversa, coleta seletiva, separação na fonte, gestão integrada de resíduos sólidos urbanos.

ABSTRACT

The purpose of this dissertation is to examine the possibilities of recycling schemes within the Integrated Management of Municipal Solid Waste, within which the treatments are in constant process of rivalry and mutual accommodation. The aim is to understand how this process happens in Brazil and the conditions required for the recycling to occupy a significant proportion in these systems. Recycling will be addressed at four levels, starting with a more general discussion of the relationship between the capitalist system of production and consumption, and the waste generation. On a second level are analyzed combinations of treatment and disposal of waste, taking into account that no alternative can be considered as the best according to the environmental, technical, economic, political or social criteria. At the third level, the functioning and the limits of the reverse logistics process is analyzed. That is one of the main impediments to the productive chain of recycling to achieve greater proportion within the systems of GRSU. Finally, deepening the complexity of this subject, we analyze a case study selective collection at Itaúna-MG, raising factors that affect efficiency and hence the viability of recycling as a means of treating municipal solid waste.

Keywords: recycling, reverse logistics, waste collection, source separation, management integrated solid waste.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

QUADRO 1: Síntese dos estudos comparativos das diferentes formas de tratamento de resíduos baseados na ACB	46
QUADRO 2 – O Poder Calorífico Inferior (PCI) por material presente nos resíduos domésticos	58
QUADRO 3 – Sistema de coleta de resíduos em Paris	64
QUADRO 4 – Fatores que influenciam nos custos de coleta realizadas por ACs, TERCs e PPL	81
QUADRO 5 – Classificação dos indivíduos quanto a adesão à coleta seletiva	103
QUADRO 6 – Classificação dos equívocos de acordo com aspectos técnicos, de qualidade e econômicos	104
QUADRO 7 – Caracterização dos diferentes sistemas de coleta seletiva de Itaúna	119
QUADRO 8: Os diferentes serviços prestados pelos diferentes atores da coleta	121
QUADRO 9: Linha do tempo das atividades de chegada de caminhão, operação da pá carregadeira e triagem	126
QUADRO 10 - Categorias de separação dos materiais na Coopert	130
QUADRO 11 – Volume de rejeito produzido em determinadas configurações organizacionais	134
QUADRO 12 – Tempo de esteira parada e em movimento em seis situações diferentes.....	135
FIGURA 1 - Esquema dos quatro níveis de análise do problema	16
FIGURA 2 - Modelo geral das formas de tratamento de resíduos	48
FIGURA 3: Combinação de reciclagem + aterro, sem coleta seletiva	55
FIGURA 4: Combinação de reciclagem + aterro, com coleta seletiva	56
FIGURA 5: Combinação de incineração + aterro	57
FIGURA 6: Combinação de incineração + reciclagem (posterior a incineração) + aterro, sem coleta seletiva	59
FIGURA 7: Combinação de incineração + reciclagem + aterro, sem coleta seletiva	60
FIGURA 8: Combinação de incineração + reciclagem + aterro, com coleta seletiva.....	61
FIGURA 9: Gráfico de dispersão do custo da coleta seletiva de acordo com o operador: AC, AC-PPL e TERC	80
FIGURA 10: Esquema simplificado de sistemas de triagem variando com o grau de separação dos materiais e com o grau de mecanização do processo.....	84
FIGURA 11: Esquema da triagem dos catadores informais.....	85
FIGURA 12: Esquema das usinas de triagem	86

FIGURA 13: Esquema de triagem semimecanizada dos resíduos domésticos.....	87
FIGURA 14: Esquema da triagem das cinzas da incineração	88
FIGURA 15: Esquema da triagem manual dos resíduos provenientes da coleta seletiva.....	89
FIGURA 16: Esquema da triagem semimecanizada da fração seca dos resíduos domésticos.	90
FIGURA 17: Fluxograma do sistema de triagem semimecanizado de Lisboa - Portugal.....	90
FIGURA 18: Esquema da sobre-triagem	91
FIGURA 19: Entradas e saídas do processo de triagem da Coopert / Itaúna – MG	96
FIGURA 20: Fluxograma parcial da cadeia da reciclagem, de acordo com as etapas que os materiais sofrem contaminação	97
FIGURA 21 – Fluxograma dos diferentes percursos dos materiais recicláveis da separação na fonte até a Coopert, Ascaruna ou Intermediário.....	110
FIGURA 22 – Entradas e saídas do processo do Intermediário / Itaúna (MG).....	114
FIGURA 23 – Movimentação da pá carregadeira para deslocar as pilhas de materiais – situação 1	127
FIGURA 24 – Movimentação da pá carregadeira para deslocar as pilhas de materiais – situação 2	127
FIGURA 25 – Representação da Esteira da Coopert – Vista lateral da estrutura em quatro níveis.....	129
FIGURA 26 - Esteira de triagem na Coopert. Visão em planta	131
FIGURA 27 – Balanço da destinação dos resíduos sólidos urbanos de Itaúna (MG).....	144

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Combinações de processos de tratamento de resíduos sólidos urbanos em diversos países	14
TABELA 2 - Estimativa dos benefícios econômicos associados à redução do consumo de insumos.....	33
TABELA 3 - Estimativa dos benefícios ambientais gerados pela reciclagem	34
TABELA 4 - Proporção da quantidade de resíduos urbanos reciclada e aterrada em Belo Horizonte-MG	52
TABELA 5 - Evolução do custo da coleta convencional, da seletiva e a média, de acordo com a abrangência da coleta seletiva.....	83
TABELA 6 - Quantidade total de resíduos encaminhados para a reciclagem e para o aterro em Itaúna/MG.....	94
TABELA 7 - Caracterização dos materiais provenientes da coleta convencional e da coleta seletiva no município de Itaúna (MG).....	95
TABELA 8 - Categorias de separação dos plásticos segundo o intermediário	113
TABELA 9 - Estimativa da quantidade de materiais coletada pelo intermediário e a produção de rejeito por mês	115
TABELA 10 - Quantidade de material triado por cada um dos atores de coleta em Itaúna-MG	117
TABELA 11 - Índice de rejeito, de cada um dos atores da coleta seletiva, em Itaúna	118

LISTA DE ABREVIATURAS

ACs – Associações e cooperativas de catadores

ACB – Análise Custo Benefício

ACV – Análise do Ciclo de Vida

AET – Análise Ergonômica do Trabalho

ASMARE – Associação dos Catadores de Papel Papelão e Material Reciclável

Coopert – Cooperativa de Reciclagem e Trabalho

GEEs – Gases do Efeito Estufa

GIRSU – Gestão integrada de resíduos sólidos urbanos

INSEA – Instituto Nenuca de Solidariedade

MNCR – Movimento Nacional dos Catadores de Materiais Recicláveis

NIMBY - “*Not In My Back Yard*” ou “não no meu quintal”

PEAD – Polietileno de Alta Densidade

PEBD – Polietileno de Baixa Densidade

PET - Politereftalato de Etileno

PEV – Ponto de Entrega Voluntária

PP - Polipropileno

PPL – Poder Público Local

PS – Poliestireno

RSU – Resíduos Sólidos Urbanos

TERC – Empresas Terceirizadas

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO	12
CAPÍTULO 2 – METODOLOGIA.....	19
CAPÍTULO 3 - O LIXO NA SOCIEDADE CAPITALISTA	25
3.1) O valor e o lixo.....	25
3.2) O sistema capitalista de produção e consumo e a produção do lixo em massa.....	27
3.3) A externalização de custos privados	31
3.4) As formas de regulação dos efeitos externos	35
3.5) Limites da internalização das externalidades via o mercado	39
CAPÍTULO 4 - A RECICLAGEM NO CONTEXTO DA GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS.....	42
4.1) A Hierarquia das formas de tratamento de resíduos	43
4.2) Combinações de tratamento	48
4.2.1) Reciclagem + Aterro	49
4.2.2) Incineração + aterro.....	56
4.2.3) Reciclagem + incineração + aterro.....	59
CAPÍTULO 5 - OS PROCESSOS QUE ANTECEDEM OS TRATAMENTOS DE RESÍDUOS: OS LIMITES DA LOGÍSTICA REVERSA	63
5.1) Etapas da logística reversa	66
5.1.1) Separação na fonte	66
5.1.1.1) A atividade que antecede a disposição dos materiais nas ruas.....	67
5.1.1.2) Diversidade de situações e variabilidade interpessoais.....	70
5.1.1.3) A eficiência na separação na fonte.....	72
5.1.2) Coleta	75
5.1.2.1) Diferentes tipos de coleta: aspectos técnicos	76

5.1.2.2) Aspectos econômicos e sociais da coleta realizada pelos catadores, poder público municipal e terceirizadas	79
5.1.3) Triagem	83
5.1.3.1) Sistemas de triagem dos resíduos sem necessidade de separação na fonte.....	85
5.1.3.2) Triagem dos resíduos provenientes da coleta seletiva	88
5.2) Fatores que influenciam na logística reversa	91
CAPÍTULO 6 - COLETA SELETIVA E TRIAGEM: REVIRANDO O SISTEMA DE LOGÍSTICA REVERSA PARA EXPLICAR O REJEITO	94
6.1) História da coleta seletiva no município	98
6.2) Separação na fonte	101
6.2.1) Fatores que influenciam na separação na fonte.....	101
6.3) Coleta seletiva	109
6.3.1) Caracterização dos diferentes sistemas	111
6.3.1.1) Coleta informal dos catadores	111
6.3.1.2) Coleta do intermediário	113
6.3.1.3) Coleta da Coopert e Ascaruna.....	116
6.3.2) Balanço geral da coleta em Itaúna.....	117
6.3.3) Fatores que interferem no índice de rejeito	118
6.4) Armazenamento	124
6.5) Manejo dos materiais no pátio da Coopert.....	125
6.6) Triagem	128
6.6.1) Processo produtivo	128
6.6.2) Variáveis do processo e a produção de rejeito	133
CAPÍTULO 7 – CONCLUSÃO	142
REFERÊNCIAS	149
ANEXO 1	156

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

A reciclagem é uma alternativa viável de tratamento dos resíduos sólidos urbanos? Formular esta questão causa estranhamento, tanto que a reciclagem caiu no gosto popular e na mídia. Todos os dias circulam na internet e nos meios de comunicação idéias criativas para reciclar os mais diversos materiais e embalagens, como aquecedores solares de garrafa PET, móveis de pneus ou de jornal, bolsas e colares de lacre de latinhas de alumínio, colchas e cortinas de retalhos. Ações de capacitação em artesanato de materiais recicláveis já se tornaram rotineiras.

Mas a ciência não pode se satisfazer do senso comum e nos obriga a questionar a reciclagem em seus fundamentos. Não se trata de duvidar das soluções criativas, das quais somos entusiastas e divulgadores, mas sim de analisar as bases efetivas da reciclagem em larga escala, compatível com as proporções dos problemas decorrentes da ordem de grandeza do lixo¹ produzido pela sociedade capitalista.

A reciclagem, como uma forma de tratamento de resíduos, no contexto atual da Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos (GIRSU), está diante de novos desafios que se caracterizam pelo aumento da geração de resíduos, pela intensificação das mudanças nas suas características físicas e químicas, pela saturação dos aterros nas grandes cidades, pela elevação do custo da gestão de resíduos sólidos urbanos e pela introdução de novos sistemas de tratamento, como a incineração.

Estima-se que no Brasil sejam gerados aproximadamente 57.000.000 t/ano de resíduos sólidos urbanos e a geração per capita passou de 337 Kg/hab/ano em 2008, para 359,4 Kg/hab/ano em 2009 (ABRELPE, 2009, p. 30). Além do aumento contínuo da quantidade gerada de resíduos, a sua composição está em constantes transformações, cada vez mais os resíduos orgânicos cedem espaço às embalagens (plásticos, vidros, metais, alumínio) e aos resíduos eletrônicos.

¹ O termo lixo é utilizado como sinônimo de resíduo sólido (sua tradução para a linguagem técnica), porém opta-se por utilizá-lo nas situações em que se deseja enfatizar o seu sentido pejorativo, relacionado ao seu aspecto negativo, degradante, desvalor, de sujeira, de podridão ou inutilidade, de algo que as pessoas não querem estar perto.

Os materiais sintéticos e compostos, que passam por complexos processos químicos e físicos nas unidades industriais, estão cada vez mais presentes nas lixeiras, dificultando o processo de recuperação e reciclagem dos materiais.

Até a segunda guerra mundial, o lixo foi tratado como um problema de higiene pública, a partir de então, com a difusão do sistema fordista de produção e o consumo em massa, a temática começou a ganhar destaque (EIGENHEER, 2003), deslocando a discussão para o âmbito ambiental e social. No Brasil, esse problema para o poder público local, em um primeiro momento, se equacionava em afastar o lixo da população, depositando em locais distantes, conhecidos como lixões. Porém, frente à contaminação dos solos, a emissão dos gases poluentes, a contaminação de lençóis freáticos e da água e a ocupação por catadores, os lixões estão sendo substituídos pelos aterros sanitários e controlados. No entanto, segundo a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (IBGE, 2010), no Brasil, cerca de 50,8% dos municípios ainda utilizam lixões como forma de disposição dos resíduos sólidos urbanos, 22,5% utilizam aterros controlados e, apenas, 27,7% dispõem os resíduos em aterros sanitários.

Os aterros e lixões requerem grandes áreas para a sua operacionalização, impondo limites à utilização extensiva dessas alternativas, sobretudo nas grandes cidades. As áreas adequadas se encontram cada vez mais distantes dos centros urbanos e menos disponíveis. Grandes cidades brasileiras, como São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte, estão com os seus aterros saturados ou em via de saturação, sendo necessário exportar o lixo para cidades vizinhas. Já nas pequenas cidades, a falta de espaço não se configura como um problema, mas faltam recursos para investir em aterros sanitários. Os aterros, que do ponto de vista econômico representavam uma solução para o problema do lixo, requerem cada vez mais investimentos vultosos, o que exige soluções criativas na tentativa de diminuir desperdícios, desta vez de recursos públicos.

Recentemente, foi aprovada a lei de Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010), na qual, além das destinações convencionais, prevê-se a incineração como forma de tratamento de resíduos domésticos, o que torna o cenário atual ainda mais complexo quanto às possibilidades de desenho desses sistemas integrados de gestão. As formas de tratamento surgem como alternativas para minimizar a quantidade (volume e massa) de lixo destinado aos aterros e lixões e, em alguns casos, os efeitos nocivos à saúde humana e ao meio

ambiente. A reciclagem, a compostagem e a incineração são tecnologias utilizadas em vários países, sobretudo nos desenvolvidos, como forma de tratamento, em proporções extremamente diversificadas, que não se explicam apenas pelo nível de desenvolvimento econômico. A tabela 1 (abaixo) sugere que os sistemas de GRSU não se definem a partir de escolha entre sistemas de tratamento e destinação final alternativos, mas por diferentes combinações de processos.

TABELA 1

Combinações de processos de tratamento de resíduos sólidos urbanos em diversos países

PAÍS	Reciclagem	Compostagem	Incineração	Aterramento	Produção/lixo (kg/hab/ano)
Alemanha	48	17	35	1	581
Suécia	35	13	49	3	515
Reino Unido	23	12	10	55	565
Grécia	21	2	0	77	453
França	18	15	32	36	543
Espanha	14	20	9	57	575
Itália	11	34	11	44	561
Portugal	9	8	19	65	477

Fontes: EUROSTAT (apud BENHAMOU, 2010)

A reciclagem, a compostagem e a incineração, assim como outras tecnologias menos difundidas, como a pirólise e a metanização, permitem, além de tratar os resíduos, valorizá-los. Através da incineração, pirólise e metanização pode-se gerar energia e através da reciclagem e da compostagem geram-se matérias primas secundárias. O lixo é transformado em produto útil, com valor de uso e valor mercantil, com impactos sobre a viabilidade técnico-econômica dessas formas tratamentos.

No Brasil, estima-se que sejam reciclados cerca de 2% dos resíduos gerados (CALDERONI, 2003) e que 17% dos municípios possuem programas de coleta seletiva implantados (IBGE, 2010). Esse resultado relativamente irrisório, principalmente se comparado com as taxas de reciclagem dos países desenvolvidos, depende da atividade de centenas de milhares de catadores formais e informais, que, mesmo nos sistemas em que o poder público atua diretamente na coleta, estão presentes na triagem ou na coleta informal. Esses trabalhadores sobrevivem da renda proveniente da venda dos materiais coletados e/ou triados a outros atores

da cadeia da reciclagem, obtendo ganhos entre meio e dois salários mínimos por mês, média dos catadores associados (VARELLA *et al.*, 2010). Se por um lado, há um inquestionável ganho social desse modelo de reciclagem por gerar trabalho e renda para pessoas “excluídas” no mercado de trabalho formal; por outro, as condições de trabalho são precárias, mesmo para os catadores organizados em cooperativas e associações, e seus ganhos ainda relativamente reduzidos.

Os ganhos ambientais da reciclagem com a redução de extração de matéria prima virgem e de consumo de energia coloca essa alternativa, de acordo com a hierarquia de resíduos, na frente da incineração e da aterragem. Apesar de controversa, a reciclagem assume uma posição central nas discussões ambientais contemporâneas e de forma específica na discussão de tratamento de lixo. Na prática, aumentar a escala da reciclagem é um desafio mundial, inclusive na Europa, onde todos os países da União Européia têm que atingir a meta de 25% colocada pelas diretrizes européias de resíduos.

As soluções para o problema do lixo não são, portanto, evidentes, pois envolvem uma intrincada rede de relações técnicas, ambientais, econômicas, políticas e sociais determinantes do cenário atual da gestão de resíduos sólidos, que complexificam as tomadas de decisão. Muitos atores estão envolvidos (indústria, prefeituras, sucateiros, catadores, governos estadual e federal, população de um modo geral, entre outros), cada qual com seus interesses e pontos de vistas parciais de uma questão ampla, com implicações na organização do espaço, preservação e uso racional dos recursos naturais, conservação e uso de energia, geração de empregos, finanças públicas, saneamento básico, redução de desperdícios etc. Analisar a viabilidade de maneira parcial parece um afronto dada a complexidade desse cenário que foi desenhado acima.

Como sugere a tabela 1 apresentada anteriormente, cada país parece definir um “mix” próprio de tratamentos, compondo as alternativas usuais (aterragem, reciclagem, incineração e compostagem) de diferentes formas. Essas geometrias variáveis pressupõem uma história que se materializa em diferentes sistemas de GRSU, envolvendo aspectos legais, técnicos, ambientais, sociais, tributários e também culturais.

A questão central dessa dissertação é analisar as condições de possibilidades da reciclagem, pelo menos algumas delas, dentro de sistemas de GRSU, no interior do qual as alternativas de tratamento estão em constante processo de disputa e acomodação recíprocas. Busca-se

entender como se dá esse processo no Brasil e as condições necessárias para que a reciclagem ocupe uma proporção importante nesses sistemas. Não se trata de uma posição a priori, mas sim o resultado de pesquisas que consideram a interpenetração de critérios sociais e técnicos em qualquer alternativa tecnológica, no caso opções com ou sem inclusão dos catadores.

Para dar conta dessa questão, o presente trabalho é estruturado em oito partes, incluindo esta introdução (capítulo 1), onde o problema é contextualizado e os objetivos são apresentados, seguido da metodologia (capítulo 2). A reciclagem é abordada em quatro níveis, partindo de uma discussão mais geral da relação entre o sistema capitalista de produção e consumo, e a geração de lixo, e, como num processo de zoom, gradativamente o problema vai sendo concretizado na medida que se aproxima da realidade cotidiana, até chegar em uma análise bem específica de um estudo de caso sobre o funcionamento de uma programa de coleta seletiva em um município mineiro.

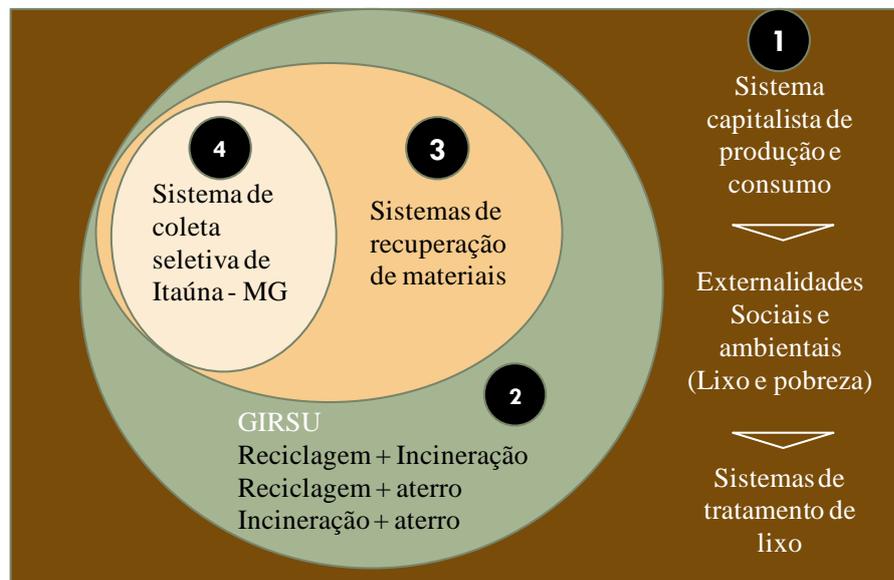


FIGURA 1 - Esquema dos quatro níveis de análise do problema

O primeiro nível de análise (capítulo 3) trata das contribuições e dos limites das formas de tratamento de lixo perante a lógica capitalista que produz ao mesmo tempo valor e desvalor (lixo). Começando com uma abordagem teórica geral, é analisada a imbricação entre as questões técnicas, ambientais, sociais e econômicas no interior do sistema capitalista de produção, no qual a racionalidade econômica prepondera sobre as outras, produzindo externalidades sociais e ambientais negativas. Diante dessa realidade, é analisado como a

sociedade cria mecanismos para lidar com os problemas ambientais, em especial com o problema do lixo.

No segundo nível de análise (capítulo 4), a reciclagem será confrontada com outras formas de tratamento de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU). A reciclagem, que do ponto de vista social (inserção dos catadores no processo) e ambiental parece a melhor solução, encontra seus limites para ampliar sua escala, sobretudo nos países periféricos. Considerando as formas existentes de tratamento, cuja eficiência relativa se diferencia, segundo critérios ambientais, técnicos, econômicos, políticos e sociais, coloca-se o problema de como definir a cadeia de tratamento, sabendo que nenhuma alternativa adquiriu legitimidade hegemônica e nem pode ser considerada como a melhor segundo todos os critérios. Em consequência, se a cadeia contém um “mix” de tratamentos, como se dá esta combinação e a sua organização? Que relações (*trade-offs*, conflitos, contradições) se colocam no interior desta cadeia e entre os processos de tratamento que a compõem? Como os critérios técnico-ambientais, econômicos e sociais se apresentam em cada um deles e na cadeia como um todo? Que fatores determinam o lugar ainda pouco significativo da reciclagem nos sistemas de GRSU?

A expansão da reciclagem é limitada, por um lado, pelo parque industrial de reciclagem ainda incipiente e, por outro, pelo ineficiente processo de recuperação dos materiais, ambos se reforçando reciprocamente, criando um círculo vicioso que afeta a eficiência da cadeia da reciclagem como um todo e impede a sua ampliação. Dada a amplitude da temática, será aprofundado, no terceiro nível da análise, em apenas um desses lados, ou seja, em questões relativas à logística reversa, um dos principais entraves da cadeia produtiva da reciclagem, sem esquecer das inter-relações dos diversos elos. Para que um material proveniente do resíduo doméstico chegue até a indústria da reciclagem, é necessário que exista um sistema de coleta e triagem que garanta que o material seja recuperado, atendendo aos critérios de qualidade e quantidade dos processos de reciclagem. Esse sistema de triagem, ao longo da cadeia de tratamento, começa na atividade dos consumidores (separação na fonte), estendendo-se a outros processos, como a triagem que acontece nas associações de catadores ou a triagem semimecanizada difundida nos países desenvolvidos. As diversas formas de configurar a logística reversa dos RSU serão analisadas no capítulo 5.

Os poucos sistemas de logística reversa existentes se revelam ineficientes segundo os seguintes critérios: (1) reduzidas proporções de recuperação dos materiais, (2) elevado índice

de rejeito, (3) estreito leque de materiais coletados, (4) baixa abrangência ou cobertura geográfica da coleta, (5) custo elevado e (6) precariedade nas condições de trabalho. Na tentativa de aprofundar na complexidade dessa temática foi realizado um estudo de caso da coleta seletiva do município de Itaúna. O processo de recuperação de materiais de Itaúna, apesar de abranger 100% da zona urbana da cidade, no sistema porta a porta, com frequência de três vezes por semana, apresenta um índice de rejeito de 80%, percentual elevado em termos absolutos e também se for comparado a outros sistemas de coleta e triagem. Assim o problema do elevado índice de rejeito será ponto de partida para a análise de todas as etapas de recuperação dos materiais. No capítulo 6 será feita uma análise minuciosa do caso, compondo a quarta parte da análise da questão central dessa dissertação: as condições necessárias para que a reciclagem ocupe uma proporção importante nesses sistemas de GRSU.

O último capítulo será reservado para a conclusão e as considerações finais (capítulo 7).

CAPÍTULO 2

METODOLOGIA

A questão geral do trabalho: viabilidade da reciclagem como forma de tratamento de resíduos sólidos urbanos, foi orientada a partir de uma preocupação dos catadores diante da discussão da incineração que, a partir de 2009, começou a ser um assunto recorrente na mídia, apontada como a solução para os aterros. O poder público começou a promover eventos e articular pesquisas e projetos para analisar a viabilidade da incineração. Diante desse contexto, os catadores das mais diversas partes do Brasil se sentiram ameaçados, no sentido que os materiais recicláveis seriam interessantes combustíveis para os incineradores; sendo assim, essas usinas poderiam competir com os catadores pelos mesmos materiais.

A demanda, ao longo da pesquisa, foi direcionada para a análise das condições e possibilidades da reciclagem em larga escala, compatível com as proporções dos problemas decorrentes da ordem de grandeza do lixo produzido pela sociedade capitalista. Para analisar essa delicada demanda, foi realizada uma abordagem em quatro níveis diferentes de aprofundamento, em cada um deles foram necessários métodos e estratégias de pesquisa diferentes.

Para aprofundar o conhecimento da pesquisadora foi imprescindível a sua imersão no contexto da reciclagem, isso em todos os níveis de análise: participação nas reuniões mensais do Fórum Estadual Lixo e Cidadania de Minas Gerais, no Festival Lixo e Cidadania e em outros eventos de discussão da temática.

Primeiro nível de discussão: “A questão do lixo na sociedade capitalista”

Na primeira parte foi feita uma revisão bibliográfica de alguns autores que discutem a relação entre o sistema produtivo, o meio ambiente e a sociedade como um todo, buscando compreender o problema do lixo na sociedade moderna.

Segundo nível de discussão: “A reciclagem no contexto da gestão integrada de resíduos sólidos urbanos”

Na segunda parte, a descrição e discussão acerca dos processos de tratamento e destinação final de resíduos foram baseadas em visitas técnicas, entrevistas não estruturadas, análise

documental e revisão da literatura. A escolha dos processos que seriam descritos e analisados foi orientada pela relevância no cenário brasileiro: a reciclagem e aterro são tecnologias já utilizadas no Brasil e a incineração começa a ser discutida.

Visitas técnicas

As visitas técnicas realizadas visaram obter uma compreensão mais aprofundada dos sistemas de tratamento. Foram realizadas visitas em Portugal e na França, para conhecer tecnologias que ainda não são utilizadas no Brasil: a incineração e a triagem semimecanizadas. As visitas realizadas foram: visita técnica ao incinerador e ao sistema de triagem semimecanizado do Centro de Tratamento de Issy-les-Moulineaux de Paris, visita técnica ao Centro de triagem de Gennevilliers (Paris) e visita técnica ao incinerador de Lisboa.

No Brasil, houveram visitas às indústrias de reciclagem de embalagens longa vida, de PET e PEAD. O objetivo foi de conhecer alguns processos de reciclagem e o que está em jogo nos seus aspectos operacionais.

Entrevista não estruturada

Através das entrevistas não estruturadas foi possível aprofundar na compreensão do que está em jogo nos sistemas de GRSU, que conjugam a reciclagem, a incineração e a aterragem, do ponto de vista de ambientalistas, de gestores públicos e privados. Entrevistas foram feitas com o coordenador do CNIID Paris/FR (*Centre National d'Information Indépendante sur les Déchets* - Centro Nacional de Informação Independente sobre Resíduos); com o diretor geral de serviços técnicos do SYCTOM (Sindicato Intermunicipal de tratamento dos resíduos sólidos domésticos) da aglomeração parisiense e com engenheiros do DHURS (Departamento de Higiene Urbana e Resíduo Sólido de Lisboa). Essas entrevistas foram realizadas durante o período de novembro de 2009 a março de 2010.

Revisão da literatura e análise documental

Para descrever os processos produtivos foi revisada a literatura técnica relativa aos processos de tratamento e destinação final de resíduos, e, também, a literatura que compara as diversas alternativas.

A análise documental foi importante para compreender o contexto institucional, através das políticas de resíduos, como a diretriz europeia relativa aos resíduos, a política nacional de resíduos sólidos e a política estadual de resíduos sólidos. Além disso, foram analisados relatórios técnicos das empresas responsáveis pela coleta e tratamento de lixo, como o relatório anual da Valorsul² e do SYCTOM e os relatórios elaborados pelos poderes públicos, como o Relatório de Atividades da Limpeza Urbana da Superintendência de Limpeza Urbana de Belo Horizonte de 2007, buscando compreender e caracterizar os diversos sistemas.

Terceiro nível de discussão: “Os processos que antecedem aos tratamentos de resíduos: os limites da logística reversa”

Na terceira parte da análise das condições e possibilidades da reciclagem no interior dos sistemas de GIRSU, o processo de logística reversa foi aprofundado. Para a descrição e análise dos processos, foram realizadas visitas técnicas, análise documental e revisão da literatura.

Visitas Técnicas

As visitas técnicas foram importantes para aprofundar o conhecimento nos processos reais de coleta e triagem. Foram realizadas visitas às ACs em Londrina (Paraná/Brasil), Itaúna (Minas Gerais/Brasil) e Araxá (Minas Gerais/Brasil), com o objetivo de conhecer processos de coleta seletiva que remuneram os catadores pela coleta realizada; e visitas às ACs da região metropolitana de Belo Horizonte: ASMARE, ASCAMP, COOPERT, ASCAPEL.

Análise documental e revisão da literatura

Foi revisada a literatura dos fatores que favorecem a separação domiciliar, além das políticas públicas e os sistemas de incentivos e desincentivos à separação na fonte. Foi revisada também a literatura técnica dos processos de separação na fonte, coleta e triagem.

Relatórios técnicos foram analisados para caracterizar os processos de logística reversa, como o relatório anual da Valorsul e o relatório da pesquisa de custos de coleta seletiva operacionalizada por catadores, empresas terceirizadas e pelo poder público local.

² Valorização e Tratamento de Resíduos Sólidos da Área Metropolitana de Lisboa (Norte) S. A.

Quarto nível de discussão: “Separação na fonte, coleta seletiva e triagem: revirando o sistema de logística reversa para explicar o rejeito”

Na quarta parte, foi feito um estudo de caso no município de Itaúna – MG, baseado na Análise Ergonômica do Trabalho - AET. A coleta seletiva em Itaúna existe desde 1999, ao longo deste período, o sistema de coleta seletiva já passou por três fases, porém o elevado índice de rejeito persistiu a todas elas: 80% de todo material que é recolhido pelo sistema de coleta seletiva da prefeitura são considerados como rejeito.

O estudo gravimétrico é um método que pode ser utilizado para caracterizar o índice de rejeito da coleta seletiva, porém ele fornece apenas uma fotografia da situação em ponto fixo da cadeia. Além disso, os dados indicam a quantidade de material com potencial reciclável presente na lixeira, mas não o índice real de material que será reciclado, ou seja, os materiais que são efetivamente aproveitados no processo de triagem. Estudos gravimétricos fornecem apenas um dado cuja explicação nos obriga a investigar eventos anteriores e posteriores, a fotografia nos leva a fazer um filme que começa no interior das moradias.

Foram utilizados nessa parte da pesquisa, realizada no segundo semestre de 2010, vários métodos: análise documental, observação do trabalho real e verbalizações simultâneas.

Coleta de dados em documentos na Coopert, Prefeitura e Terceirizada

Os dados do sistema de coleta e triagem existentes em Itaúna foram buscados em diversas fontes: relatório mensal do serviço de limpeza urbana da empresa terceirizada de Itaúna; estudo gravimétrico realizado por uma técnica da prefeitura na ocasião de uma pós-graduação; registros de compra e venda de materiais da Coopert e da Ascaruna e folder de sensibilização da coleta seletiva no município.

Observação do trabalho real e registros dos modos operatórios por filmagens e fotografias

“A observação em si é o processo que permite ao observador tomar conhecimento dos elementos de uma dada situação” (GUÉRIN, 2001). A partir da observação foi possível estabelecer uma relação mais consistente entre a atividade, a organização da logística reversa e o índice de rejeito. Foram feitas observações do trabalho real em algumas etapas do

processo: separação na fonte, coleta da terceirizada/prefeitura, manejo do material no pátio e triagem.

- Na separação na fonte, foram realizadas observação em seis estabelecimentos: dois domiciliares, uma escola e três comerciais. A seleção dos casos observados foi aleatória, embora tenham sido mesclados casos residenciais e comerciais.

- Na etapa de coleta, foram realizadas observações da atividade do motorista do caminhão da coleta seletiva da prefeitura/terceirizada e da atividade dos coletores dos resíduos secos.

- Foi observada a atividade do motorista da pá carregadeira que maneja o material no pátio da Coopert.

- Na triagem, foram observadas a atividade de trabalho das triadoras e do *shuteiro*³.

Para conservar alguns traços da observação, foram necessários alguns registros, como anotações em papéis, fotografias e filmagens. Os registros foram relevantes na quantificação de alguns dados:

- Para calcular o tempo de esteira parada e em movimento, foram necessárias tabelas pré-formuladas e filmagens da movimentação da esteira;

- Para quantificar a evolução da pilha de rejeito de acordo com arranjos organizacionais diferentes, foi necessário fotografar o rejeito, na mesma posição, em intervalos constantes. A base e a altura da pilha de rejeito, na foto, eram medidas através de um programa de computador (Acrobat), a partir desses dados calculava-se o volume de um semicone. A diferença de volume entre dois intervalos indicava a quantidade de rejeito produzido.

Verbalizações simultâneas

Durante a observação da atividade das triadoras, dos coletores ou dos habitantes, foram realizadas verbalizações simultâneas. Alguns elementos, como a prioridade de escolhas de materiais, os processos de antecipação e as regulações entre as atividades das triadoras só foram possíveis de serem apreendidos através das verbalizações simultâneas. “A *atividade*

³ O *shuteiro* é o trabalhador que fica no interior do *shut* (silo que armazena o material reciclável antes de ser encaminhado para a esteira).

não pode ser reduzida no que é manifestado, portanto, observável. Os raciocínios, o tratamento das informações, o planejamento das ações só podem ser realmente apreendidos por meio de explicações dos operadores” (GUÉRIN, 2001).

CAPÍTULO 3

O LIXO NA SOCIEDADE CAPITALISTA

A busca constante de produtividade e lucratividade do sistema capitalista encontra na sociedade do consumo em massa e do descartável as suas formas de sustentação. O desenvolvimento desses processos de produção, garantido pela externalização de custos privados para a sociedade, culmina em efeitos negativos ao meio ambiente e à própria reprodução social. Dessa forma, as montanhas de lixo são formadas, cabendo à sociedade como um todo enfrentar o problema. De maneira específica, o Estado assume uma posição importante na medida em que o problema do lixo é caracterizado como um serviço público. Além da organização dos serviços, assumidos diretamente ou por meio da terceirização, o Estado cria estratégias de internalização ou de minimização dos impactos através das políticas públicas para resíduos, como a responsabilidade compartilhada do gerador. Isto é, procura responsabilizar as empresas pelos resíduos produzidos após o consumo dos produtos que colocaram no mercado.

O objetivo deste capítulo é apresentar a questão do lixo na sociedade de consumo, buscando caracterizar a sua complexidade. Parte-se da discussão entre lixo e valor (item 3.1) e a sua relação com o processo de produção e consumo, focando na sociedade moderna (item 3.2). Na sequência, são discutidos as externalidades relacionadas aos diversos tipos de tratamento e disposição de resíduos (item 3.3) e as suas formas de regulação (item 3.4). Finalmente, no item 3.5, são apresentados os limites da internalização das externalidades via mercado.

3.1) O valor e o lixo

Os produtos que satisfazem necessidades humanas, em um determinado momento do processo de consumo, perdem valor de uso e valor de troca, transformando-se em lixo. Em sentido inverso, os processos de tratamento desses resíduos com vistas à valorização, material ou energética, transformam o lixo em produto. O objetivo deste subitem é entender a relação entre lixo e valor e apresentar alguns elementos dessa dinâmica contraditória. Essas

considerações ajudam a compreender a relação do lixo tanto com os seus geradores⁴, quanto com o sistema produtivo.

O lixo, antes de ser descartado, é um objeto utilizado para satisfazer necessidades humanas, seja qual for a natureza, “*provenham do estômago ou da fantasia*”⁵ (MARX, 1982). Na medida em que os objetos têm utilidade, eles têm valor, mais especificamente, valor de uso. O valor não é algo intrínseco ao produto ou ao material, ainda que seja determinado pelas propriedades materiais inerentes à mercadoria, o valor só se realiza com a sua utilização e o seu consumo (MARX, 1982). Por outro lado, os objetos sem valor, ao quais “*seus valores de uso e de troca são nulos ou negativos para o seu detentor ou proprietário*” (BIDONE, 2001), serão considerados como lixo ou resíduos. O lixo é justamente a ausência de valor e assim como o valor não é algo intrínseco ao material, pode-se dizer que ele só se realiza com o descarte. Todo o trabalho envolvido para descartar e reparar os efeitos negativos sobre o meio ambiente faz com que o lixo tenha um valor ainda mais negativo⁶.

Certamente, um mesmo objeto pode ter valor para uma pessoa em um determinado contexto de vida, mas pode não ter em outro, por exemplo, os resíduos orgânicos. Em uma fazenda, dos restos de alimentos produzem-se compostos para adubar a terra ou alimenta-se os animais, sendo assim eles têm utilidade e valor de uso imediato, não pode ser considerado lixo. Nas cidades, os restos de alimentos, além de não servir para nada, causam constrangimentos às pessoas, devido ao mau cheiro e ao potencial de atração de animais e insetos, tanto que precisam pagar para ficar longe desses resíduos indesejáveis.

Os resíduos, sem valor, são comumente recuperados pelos catadores, pelo poder público municipal ou por empresas privadas, depois que foram descartados pelos seus geradores. Ao

⁴ Fatores de ordem psicológica assumem um papel importante na relação entre os indivíduos e a produção de lixo, porém neste trabalho o mais importante é destacar como se dá esse processo no interior da sociedade como um todo. Dessa forma, não serão aprofundadas questões propriamente psicológicas.

⁵ “*Desejo envolve necessidade; o apetite do espírito é tão natural como a fome para o corpo ... A maioria (das coisas) tem valor porque satisfaz necessidades do espírito*” (BARBON, 1696 apud MARX, 1982)

⁶ Isso é verdade do ponto de vista social, contudo a atividade capitalista tem o dom de transformar atividades de reparação de danos em valor positivo, contabilizando no PIB. Os “*faux frais*”, como diria Marx, da produção são computados como valor.

coletar e triar os materiais, esses agentes possibilitam que os materiais sigam na cadeia produtiva da reciclagem e se transformem em mercadorias, que servirão para satisfazer necessidades humanas, transformando lixo em materiais com valor de uso e valor de troca. Da mesma forma, quando os resíduos são encaminhados para algum processo de valorização material ou energética, como a reciclagem e a incineração, são produzidos produtos úteis, com valor, como energia e matéria prima.

Os materiais podem ser considerados como lixo em um determinado momento e local e em outros transformam-se em mercadorias, dependendo, entre outras coisas, da disponibilidade tecnológica:

“A delimitação entre mercadorias e resíduos não deve jamais ser tomada como definitiva; a existência de um resíduo pode significar somente uma inovação que ainda não teve lugar. Sob esta ótica, um resíduo pode ser definido como um produto que ainda não sabemos como servir, ou um recurso que espera uma utilização, ou uma lacuna do nosso potencial tecnológico, ou ainda, a forma efêmera de uma indústria em transição.”
(BERTOLINI, 1978 p. 75).

A relação entre lixo e valor não é estática, varia conforme: as possibilidades de reutilização de produtos e materiais, a existência de agentes e de tecnologias que irão processá-los e a viabilidade econômica de processos de valorização material e energética. A existência do lixo, assim como suas características e suas possibilidades de transformação em mercadorias são determinadas pela relação entre o processo de produção e de consumo, tal como se dá na sociedade moderna, na qual a produção de lixo alcançou proporções elevadas.

3.2) O sistema capitalista de produção e consumo e a produção do lixo em massa

As mercadorias encontram, no ato de consumir, o momento em que servirão para satisfazer as necessidades humanas. Para que os indivíduos consumam os produtos de que necessitam, é necessário que eles sejam produzidos, mas também para que eles sejam produzidos é necessário que os indivíduos o desejem, ou, mais ainda, que os próprios consumidores sejam produzidos enquanto consumidores. Segundo Marx (1971), o consumo e a produção são indissociáveis:

“A produção é imediatamente consumo, e o consumo é imediatamente produção; cada termo é imediatamente o seu contrário. Mas, simultaneamente, há um movimento mediador entre ambos; a produção é intermediária do consumo, cuja matéria cria; sem esta, aquele ficaria privado do seu objeto; por sua vez, o consumo é intermediário da produção, pois proporciona aos seus produtos o sujeito para o qual eles o são (produtos). O produto só atinge o seu finish final no consumo. Uma via férrea onde não circulam trens, que não é usada, que não é consumida, pode dizer-se que é imaginária, que não existe. Sem produção não há consumo; mas sem consumo, também não há produção, pois, nesse caso, a produção seria inútil.” (MARX, 1971).

Dessa forma, o consumo produz a produção e a produção produz o consumo. O primeiro fato ocorre na medida em que só no consumo o produto se torna produto e na medida em que o consumo cria a necessidade de uma nova produção. Já no segundo, a produção fornece ao consumo a sua matéria e determina o modo de consumo- a fome, por exemplo, pode ser saciada com carne cozida e ser comida com garfo e faca ou então ser saciada com carne crua a ser devorada com os dentes-, provocando no consumidor a necessidade de produtos que ela criou originalmente como objetos. Deste modo, “*a produção não cria só um objeto para o sujeito, mas também cria um sujeito para o objeto*” (MARX, 1971). Será visto que essa mesma produção do sujeito como consumidor também ocorre para que ele atue como reciclador.

Estruturas sociais, econômicas, técnicas, políticas e ambientais combinaram-se de diferentes formas, ao longo da história, resultando em diversos modos de produção. Os processos produtivos passaram por transformações que se sedimentaram nas seguintes formas: produção de subsistência, artesanal, manufatureira e industrial. Ao fim desse processo, o sistema capitalista de produção se firmou enquanto forma hegemônica de produção, estabelecendo a lucratividade e a produtividade crescentes como princípios estruturantes da produção e consumo. Marx (1971), no século XIX, já assinalava que “*um povo encontra-se no seu apogeu industrial quando, para ele, o essencial não é o lucro, mas sim a busca do lucro*”.

Nas primeiras décadas do século XX, o fordismo surge nos EUA e dissemina-se, com menor ou maior intensidade, em quase todas as regiões do mundo. Esse tipo de produção, mais

recentemente chamada de fordista, formou o quadro de que se origina padrões de desenvolvimento global: o modelo de produção e consumo de massa.

“O fordismo é uma inovação técnica e social que inclui também um novo modo de interação com a natureza exterior o elevado fornecimento de matérias primas energéticas e minerais e o sistema de transformação técnico e social de energia do fordismo possibilitariam taxas superiores de crescimento da produtividade do trabalho e, por esta via, também a superação dos limites da produtividade e da lucratividade no final do século.” (ALTVATER, 1995 p. 88).

O desenvolvimento do sistema fordista de produção não seria possível somente com a mudança técnica do processo produtivo e dos seus instrumentos, foi necessário reconfigurar as relações sociais de tal forma que gerasse uma demanda em massa para absorver a oferta em massa. A cultura do consumo passa então a vigorar na sociedade ocidental, mudando a forma pela qual os homens satisfazem suas necessidades. *“O homem da sociedade industrial fordista é um ser produtor de lixo em massa; este é o seu estilo de vida. Ele corresponde ao modo de produção: um modo racional, eficiente e, por isso mesmo, massificado”* (ALTVATER, 1995 p. 244).

O homem “moderno”, pós-industrial, “destaca-se pela individualidade, flexibilidade, mobilidade e autonomia. Todas estas características, de maneira geral, são consideradas indícios de emancipação e espírito progressistas” que impactam no consumo (LOSKE, 1991 apud ALTVATER, 1995 p.149). Esse homem moderno precisa de automóveis, computadores portáteis, aparelhos celulares e uma lista infinita de produtos de consumo individual, além de viagens e várias facilidades que o setor de serviços coloca a sua disposição. O consumo individual aparece como um meio para alcançar o seu fim privado de satisfazer suas necessidades pessoais, desconectando-o das relações comunitárias:

“Só no século XVIII, na "sociedade civil", as diversas formas de conexão social aparecem face ao indivíduo como simples meios para alcançar os seus fins privados, como uma necessidade exterior a ele. Contudo, a época que gera este ponto de vista, esta idéia do indivíduo isolado, é exatamente a época em que as relações sociais (universais, segundo esse ponto de vista) alcançaram o seu mais alto grau de desenvolvimento.” (MARX, 1971)

Ao mesmo tempo em que os indivíduos foram se transformando no homem individualista da sociedade fordista, também foram se estabelecendo mudanças no processo produtivo. O sistema produtivo e as mudanças culturais dos homens são uma via de mão dupla, o advento das embalagens descartáveis é um bom exemplo disso. As embalagens, ao mesmo tempo em que facilitaram o consumo individual, implicaram em modificações na fabricação dos produtos, na forma de realizar serviços domésticos e serviços de vendas dos produtos. Na atualidade, *“as embalagens constituem uma imposição nos supermercados racionalizados, que são, por sua vez, depósitos de mercadorias de que os consumidores se servem por conta própria para economizar balconistas”* (ALTVATER, 1995 p. 143-144).

Na “sociedade do descartável”, o sistema capitalista encontra mais uma estratégia de expansão. Essa expansão, em um primeiro momento, foi garantida pela inserção de novos grupos de pessoas no consumo de mercadorias que anteriormente eram reservadas aos privilegiados, encontra uma nova possibilidade ao que Mészáros (1995) denominou de taxa de uso decrescente. Quando um indivíduo usa um produto a uma taxa menor, é possível que ele consuma mais, até mesmo sem descartar, por exemplo, ao invés de ter um calçado e usá-lo até o final de sua vida, pode-se ter um para ir ao trabalho, outro para ir ao campo, outro para ir ao clube etc. Assim, consomem-se vários produtos, possibilitando o aumento do conforto humano. Por outro lado, para diminuir as taxas de uso reais, sem que essas aumentem necessariamente o conforto, algumas estratégias podem ser observadas: a obsolescência planejada dos produtos duráveis; a substituição de bens e serviços que oferecem um potencial de utilização intrinsecamente maior, por exemplo, o transporte coletivo, em favor daqueles nos quais a taxa de uso tende a ser menor, automóvel particular; a imposição artificial de bens não-usáveis, por exemplo os computadores que são utilizados por uma secretária somente na função de máquina de escrever; o crescente desperdício resultante da troca de produtos simplesmente porque “saiu de moda”, chamado de obsolescência moral; e a “quase extinção” dos serviços de manutenção para os bens de consumo (MÉSZÁROS, 1995 p. 43). As estratégias de redução da vida de um produto estão ligadas a fatores de ordem econômica (redução de custos, aumento da demanda e da produtividade) e a fatores de ordem moral (trocar um produto antes do fim da sua vida útil, por uma versão mais moderna para seguir as tendências da moda).

Assim como os objetos resultantes do processo produtivo são produzidos nessa lógica crescente, alcançando quantidades elevadas de consumo na sociedade moderna, o lixo é

produzido na mesma intensidade. Desse modo, grandes quantidades de embalagens e de produtos descartados engrossam as pilhas de lixo produzidas pela sociedade.

Numa economia privada, como é o caso do sistema capitalista, o mercado se configura como uma instituição reguladora da produção e do consumo. Os economistas do século XVIII acreditavam que a ação de cada indivíduo era dirigida por uma “mão invisível”, a fim de contribuir para o bem estar geral e para o bom funcionamento do sistema econômico (MONTORO FILHO *et al.*, 1998). Porém, os “custos”⁷ relativos ao lixo não são absorvidos pelos mecanismos do mercado, são, portanto, externos a ele:

“A geração de efeitos externos passou a ser tematizada como problema sério da regulação pela via do mercado. Pois existindo efeitos externos, então nem todos os *inputs* (entradas) são levados em conta como custos da produção microeconômica ou nem todos os *outputs* (saídas) são passados adiante nos preços do produto” (ALTVATER, 1995 p. 140).

3.3) A externalização de custos privados

O lixo, fruto da dinâmica econômica de produção e consumo, produz efeitos sobre a sociedade que não são levados em conta pelos agentes de mercado, caracterizando uma ineficiência do mercado. Quando as transações no mercado causam efeitos negativos ou positivos a terceiros são produzidas externalidades (MONTORO FILHO *et al.*, 1998), como acontece com o lixo, seja qual for o tipo de tratamento e disposição de resíduos.

O processo de externalização pode ser ilustrado pelo exemplo da indústria de bebidas. Até o princípio da década de 90, os refrigerantes eram vendidos em embalagens de vidro retornável, gerando uma menor quantidade de resíduo no ato do consumo dos refrigerantes. Os custos com a logística reversa eram absorvidos pela própria empresa e pelos consumidores, que deveriam retornar as embalagens. Com o advento das embalagens descartáveis, o custo de coleta, tratamento e destinação dos resíduos foram absorvidos pelo poder público. As economias geradas com a substituição foram absorvidas pelas empresas e/ou pelos consumidores. Neste exemplo, os custos com a gestão das embalagens descartáveis no pós-consumo não foram considerados na relação de troca entre as empresas produtoras de

⁷ O termo “custos”, tal como é utilizado em partes deste texto, não significa necessariamente valor monetário, inclui também perdas e feitos negativos para a sociedade e para o meio ambiente.

refrigerantes e os consumidores, eles foram, portanto, externalizados para um terceiro agente, no caso o poder público local.

O lixo pode trazer efeitos positivos e negativos à sociedade. Nas sociedades antigas, o custo privado do lixo era reduzido em relação à capacidade de absorção da natureza externa, de modo que ninguém, em particular, era atingido por isso. Já na sociedade moderna, as externalidades não são mais negligenciáveis. A externalidade negativa mais difundida é a poluição, local e global, da água, do ar e dos solos. As externalidades positivas estão relacionadas com a valorização energética e material, pois evitam os impactos ambientais provenientes da produção primária de energia e de matérias-primas. A noção de externalidade não está restrita no âmbito ambiental, também está ligada aos efeitos sociais e econômicos.

Os efeitos externos vão se diferenciar conforme o tipo de tratamento e a forma de disposição que os resíduos serão submetidos, seja a reciclagem, a incineração ou o aterramento. A etapa de coleta dos resíduos, comum a todos os tipos de tratamento, representa custos externos negativos, relacionados às emissões relativas ao transporte e ao aumento do fluxo de trânsito, principalmente nas grandes cidades.

Os aterros e lixões são fontes de gases geradores do efeito estufa (metano) e representam uma grande incerteza sobre os efeitos em longo prazo relacionados à contaminação da água e dos solos e ao risco de acidentes. A população que habita no entorno desses equipamentos ou as pessoas que trabalham diretamente nos lixões, como os catadores, sofrem fortes impactos sobre a sua saúde. O Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, em um estudo para avaliar os impactos do lixão sobre a saúde da população, evidenciou elevada concentração de metais pesados, especialmente cobre, chumbo, mercúrio, cádmio e cromo em crianças e adolescentes que moram próximos ao lixão de Dandora, em Nairóbi - Quênia (UNEP, 2007 apud DIAS, 2010). Apesar desses efeitos negativos, os aterros permitem que os gases sejam recuperados, favorecendo a valorização energética (efeito externo positivo).

A poluição atmosférica é o principal efeito externo negativo da incineração. No processo de incineração de resíduos urbanos são emitidas substâncias que apresentam elevada periculosidade para os seres humanos, como os metais pesados: Mercúrio (Hg), Cádmio (Cd), Arsênio (As), chumbo (Pb), Cromo (Cr), Cobre (Cu), Cobalto (Co) e Níquel (Ni)), além de moléculas orgânicas como as dioxinas e furanos. Parte dessas substâncias é passível de serem capturadas pelos filtros, que resulta em um rejeito classificado como perigoso. Essas

substâncias também podem ser encontradas nas escórias e cinzas provenientes da queima (ACR, 2009). Com o calor gerado nesse processo, pode ser produzido energia elétrica ou calorífica (usada para abastecer uma rede de aquecimento como acontece em Paris), produzindo um efeito externo positivo.

As externalidades da reciclagem são comumente relacionadas à geração de benefícios externos. A produção a partir de materiais pós-consumo pode ser menos onerosa que a produção a partir de matéria prima virgem, resultando em benefícios econômicos para os indivíduos, que podem desfrutar de produtos mais baratos. Os benefícios econômicos da reciclagem dos papeis, plásticos, vidros, metais ferrosos e não ferrosos, de acordo com IPEA (2010), podem ter uma redução de até 65% dos custos, conforme tabela 2⁸:

TABELA 2

Estimativa dos benefícios econômicos associados à redução do consumo de insumos

Materiais	Custos dos insumos para produção primária (R\$/t)	Custos dos insumos para produção a partir da reciclagem (R\$/t)	Benefícios líquidos da reciclagem (R\$/t)
Aço	552	425	127
Alumínio	6.162	3.447	2.715
Celulose	687	357	330
Plástico	1.790	626	1.164
Vidro	263	143	120

Fonte: IPEA (2010)

Os benefícios ambientais da reciclagem estão relacionados com a redução do consumo de energia, da emissão de gases de efeito estufa e do consumo de água com a preservação da biodiversidade. As economias geradas por esses benefícios foram estimadas pelo IPEA (2010), conforme dados da tabela a seguir:

⁸ A produção a partir de matéria prima secundária para esses materiais se mostrou muito vantajosa, mas o mesmo não reflete para todos materiais, conforme será discutido ao longo do trabalho.

TABELA 3**Estimativa dos benefícios ambientais gerados pela reciclagem**

Materiais	Geração de energia (R\$/t)	Emissão de GEEs (R\$/t)	Consumo de água (R\$/t)	Biodiversidade (R\$/t)	Total (R\$/t)
Aço	26	48	<1	<1	74
Alumínio	169	170	<1	-	339
Celulose	10	9	<1	5	24
Plástico	5	51	<1	-	56
Vidro	3	8	<1	-	11

Fonte: IPEA (2010)

A reciclagem no Brasil e também nos outros países subdesenvolvidos ou em desenvolvimento conta com o trabalho de milhares de catadores. A capacidade desse setor de absorver uma parcela de trabalhadores excluídos do mercado formal de trabalho é caracterizada por Lima e Oliveira (2008) como o principal benefício social do modelo de reciclagem hoje existente no Brasil.

“... negros, analfabetos, mulheres, idosos, pessoas com saúde precária, portadores de deficiências mentais, dependentes de drogas, egressos do sistema prisional... Trata-se de pessoas excluídas pelos processos competitivos e tecnológicos, que dificilmente conseguiriam atender os padrões exigidos pelo mercado de trabalho formal.” (LIMA & OLIVEIRA, 2008).

O trabalho de coleta realizado pelos catadores gera um efeito econômico positivo, na medida em que poupa os cofres públicos das despesas referentes à gestão de resíduos sólidos e evita os danos ambientais provocados por outras formas de tratamento e destinação final dos resíduos.

Porém, a reciclagem também gera efeitos negativos. Como todo processo de transformação, ela só acontece mediante a geração de resíduos e o consumo de energia e de materiais. O balanço para aqueles materiais citados acima, no estudo do IPEA, mostrou-se positivo, porém isso não quer dizer que ele seja sempre positivo para todos os materiais do consumo humano e em todos os seus contextos.

Os efeitos positivos e negativos relativos ao lixo recaem ora sobre a sociedade como um todo, ora sobre os indivíduos, poder público e empresas privadas. Como o mercado sozinho não consegue regular esses efeitos, uma vez que eles são produzidos justamente por uma falha de mercado, o Estado, como provedor do bem coletivo, tendo que atender às demandas desses diversos atores, cria políticas e estratégias para lidar com essa situação, como será abordado no tópico a seguir.

3.4) As formas de regulação dos efeitos externos

Uma solução trazida pela economia do meio ambiente consiste em achar procedimentos para internalizar os efeitos externos, minimizando o custo social global da atividade de produção ou de consumo. O Estado, através de seus instrumentos e políticas, atua de forma a internalizar ou reduzir os efeitos externos. Neste tópico serão abordadas algumas medidas do Estado no âmbito da gestão de resíduos sólidos urbanos.

Os instrumentos de política ambiental, no geral, atuam no sentido de controlar ou estabelecer incentivos e desincentivos econômicos. As medidas de comando e controle⁹ visam definir padrões de emissões e de desempenho, proibir e restringir a produção, comercialização e uso de produtos e processos, e exigir licenciamento ambiental mediante estudo prévio de impactos ambientais. Os instrumentos econômicos utilizados são colocados em prática via tributação em relação à poluição; incentivos fiscais para redução das emissões e conservação de recursos; remuneração pela execução de serviços ambientais; financiamentos em condições especiais; concessão de permissões negociáveis como o crédito de carbono, entre outros. Além desses instrumentos, há o apoio em prol do desenvolvimento científico e tecnológico, da educação ambiental, de unidades de conservação, etc. (BARBIERI, 2007).

Cada processo de tratamento e disposição dos resíduos sólidos possui normas que delimitam as tecnologias que podem ser utilizadas, os níveis máximos de emissões admitidas e as considerações de operação dos diversos equipamentos. A adaptação dos processos produtivos a essas normas implica, geralmente, em maiores custos operacionais, conseqüentemente há impactos na viabilidade econômica dos empreendimentos. A diminuição dos níveis de emissão das dioxinas de um incinerador na França, por exemplo, implicou um custo de 45

⁹ Em inglês *command-and-control* são instrumentos legislativos e de regulamentação.

milhões de Euros, para uma grama evitada de dioxina (BERTOLINI, 2005). À medida que os limites de tolerância vão se tornando mais restritivos, os custos para atingi-los aumentam exponencialmente, o que nos leva a uma questão: até onde compensa despoluir, segundo critérios puramente econômicos? Os recursos gastos com a redução dos níveis de emissões é a forma mais eficiente de reduzir a poluição, se considerarmos as alternativas do sistema de GRSU?

A adoção de normas ambientais severas pode ser fonte de desvantagem competitiva das empresas no mercado interno, assim como nas exportações. Além disso, pode favorecer os grandes grupos em detrimento dos médios e pequenos. Portanto, as normalizações mudam a dinâmica do mercado, interferindo nos interesses de várias organizações e atores. O Estado, enquanto provedor de normas, não as impõe por vontade própria, “as normas resultam de um compromisso entre categorias de atores sociais, políticos e econômicos” (BERTOLINI, 2005). O estabelecimento de níveis admissíveis de emissões é, dessa forma, fruto de acordos sociais entre as empresas de tratamento de resíduos, municipalidades, ambientalistas e órgãos responsáveis pela questão sanitária. Porém, esses atores não possuem o mesmo peso nos processos decisórios.

No âmbito das políticas de resíduos, os princípios orientam e organizam questões como a do poluidor pagador, da responsabilidade ampliada do gerador e da hierarquia de tratamento de resíduos, que visam a minimizar as externalidades ou redistribuir os custos de gestão de resíduos sólidos entre os consumidores e indústrias.

A responsabilidade ampliada do gerador estipula que toda empresa, responsável por colocar no mercado produtos destinados ao consumo, seja ela produtora, distribuidora ou importadora, deve contribuir ou viabilizar a eliminação dos seus resíduos. De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010), os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes possuem algumas responsabilidades, são elas:

- I – investir no desenvolvimento, na fabricação e na colocação no mercado de produtos:
 - a) que sejam aptos, após o uso, pelo consumidor, à reutilização, reciclagem ou outra forma de destinação ambientalmente adequada;
 - b) cuja fabricação e uso gerem a menor quantidade de resíduos sólidos possível;

II – divulgar informações relativas às formas de evitar, reciclar e eliminar os resíduos sólidos associados a seus respectivos produtos;

III – recolher os produtos e os resíduos remanescentes após o uso, assim como sua subsequente destinação final ambientalmente adequada, no caso de produtos objeto de sistema de logística reversa na forma do art. 33;

IV – comprometer-se, quando firmados acordos ou termos de compromisso com o Município, a participar das ações previstas no Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, no caso de produtos ainda não inclusos no sistema de logística reversa. (BRASIL, 2010)

Essas medidas recaem sobre as empresas e diminuem os custos públicos referentes à gestão de resíduos, uma vez que reduzem a quantidade de lixo aterrada e favorecem a reciclagem.

Uma estratégia adotada pelo setor industrial, na Europa, para fazer frente às exigências de responsabilidade ampliada do gerador foi a criação de eco-organismos. Esses organismos são formados por uma federação de sociedades privadas, produtoras de um determinado produto e unidas para financiar uma parte dos custos da gestão de resíduos, que inclui coleta, triagem, tratamento e destinação final, reduzindo assim os gastos do poder público com este serviço. Os eco-organismos arrecadam recursos através de taxas que são embutidas nos preços dos produtos: o consumidor, ao comprar um produto, paga uma quantia que será destinada a esses organismos. Estes por sua vez estão presentes em diversos países europeus como França e Portugal. Na França, a *Ecoemballages*, eco-organismo que reúne os industriais que produzem ou utilizam embalagens nos seus produtos, reúne 47.000 empresas, que direcionam uma média de €0,06 por embalagem, arrecadando anualmente aproximadamente €423.000.000,00 (ECOEMBALLAGES, 2008).

As leis podem exigir que o fabricante estabeleça o fluxo reverso dos seus produtos. A política nacional de resíduos sólidos no Brasil obriga os fabricantes importadores, distribuidores e comerciantes de agrotóxicos, pilhas e baterias, pneus, óleos lubrificantes, lâmpadas fluorescentes e produtos eletroeletrônicos “*a estruturar e implementar sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos*” (BRASIL, 2010). Neste caso, o custo da logística reversa recai sobre os produtores. Porém, a operacionalização desses fluxos separados requer a participação dos consumidores, que devem dar a correta destinação

aos materiais. A eficácia do sistema passa necessariamente pela quantidade e qualidade da separação na fonte.

As diversas formas de tratamento, que fazem frente às externalidades ocasionadas pelo lixo, são ordenadas de acordo com as opções que produzem menos impactos ambientais, estabelecendo uma hierarquia de tratamento de resíduos. Neste sentido, deve-se priorizar a implementação das seguintes medidas: redução na fonte, reuso, reciclagem, compostagem, incineração com recuperação energética, aterro com recuperação energética, incineração sem recuperação energética e aterro sem recuperação energética. A hierarquia das formas de tratamento dos resíduos parte das medidas preventivas de não-geração, prevenção, redução, reutilização e reaproveitamento, que visa diminuir a geração de lixo e controlar seus efeitos perigosos e tóxicos, antes do descarte. Algumas medidas recaem sobre os fabricantes, no projeto dos seus produtos, promovendo tecnologias (mais) limpas (redução da toxicidade, aumento do ciclo de vida dos produtos, facilidade de separação dos diferentes tipos de materiais, desmaterialização, utilização de materiais reciclados e recicláveis), outras recaem sobre o consumidor no sentido de gerar menos lixo. Uma vez que os resíduos foram produzidos, as medidas corretivas entram em cena.

O cumprimento da hierarquia vem comumente acompanhado por metas. Na Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010), essas metas ainda não foram estabelecidas, mas serão contempladas nos planos de resíduos sólidos. Na união européia (UE, 2008), foi estabelecido que até 2020 a reciclagem de resíduos como papel, metal, plástico e vidros domésticos, deve atingir 50% do peso. Essas metas asseguram que, pelo menos parcialmente, a hierarquia será cumprida.

Porter (2005) divide as políticas de resíduos em dois tipos: medidas baseadas em preço/medida e outra baseada na quantidade. O primeiro tipo são medidas que incidem sobre o custo, fazendo com que os agentes econômicos se comportem de acordo com os seus interesses econômicos. Por exemplo, a instituição de encargos financeiros que incentivam os industriais a utilizarem materiais recicláveis nos seus produtos; o estabelecimento de tarifas em que a população pague proporcionalmente à quantidade de resíduo gerado e o estabelecimento de taxas para a utilização de aterros que levem em conta o custo para remediar os seus efeitos externos. Já nas medidas baseadas em quantidade, metas são estabelecidas como o banimento de aterros, que deveriam ser usados somente para os resíduos

últimos¹⁰, e a responsabilidade dos produtores pela logística reversa dos seus produtos. Para o autor, os sistemas baseados em quantidade, como as metas de reciclagem, levam os consumidores e as empresas a colocarem preços distorcidos por causa dos subsídios e das externalidades, criando sistemas anti-econômicos. Além disso, esses sistemas não incentivam as pessoas a preferirem reciclagem a aterro.

As estratégias de internalização são medidas que envolvem o setor privado, o público e os consumidores. As medidas descritas acima funcionam como um mecanismo de redistribuição dos custos globais de tratamento entre essas três esferas. Os indivíduos pagam, através das taxas, pelo provimento da gestão de resíduos e ao mesmo tempo são atores importantes na operacionalização do processo. As empresas, por sua vez, pagam pela adaptação do processo produtivo às exigências legais e podem arcar com os custos e com a operacionalização do fluxo reverso. O Estado pode ser apenas um mediador recolhendo impostos e redistribuindo para empresas privadas responsáveis pela coleta de resíduos ou chegar até a organizar e gerenciar diretamente o sistema operacional.

Os arranjos possíveis são muitos, assim como a repercussão dessas estratégias na eficácia dos tratamentos, o que nos leva a questionar sobre seus impactos na redução dos “custos” do lixo para a sociedade como um todo. O processo de internalização permite amenizar os efeitos externos, porém ele apresenta limites decorrentes do seguinte paradoxo: recorrer aos processos de mercado para resolver os problemas que o próprio mercado cria.

3.5) Limites da internalização das externalidades via o mercado

O processo de internalização de externalidades é contraditório, uma vez que o processo de interiorização acontece dentro dos limites do mercado e a própria geração de efeitos externos negativos é um problema da regulação pela via do mercado (ALTVATER, 1995). Por mais que se tente internalizar seus efeitos externos, a lógica do mercado impõe alguns limites, que não permitem que seu efeito destrutivo seja evitado. As estratégias de internalização atacam o problema, mas não chegam a sua causa.

¹⁰ Os resíduos últimos são aqueles os quais não existem mais possibilidades de tratamento, cuja a única alternativa seria a disposição em aterros.

A necessidade de restrição à poluição atmosférica, à contaminação das águas e à transformação das reservas em depósitos de lixo, são transformadas pela via da internalização em direitos a poluir. Dessa forma, o espaço da propriedade privada estende-se ao domínio dos bens públicos, isso porque o Estado concede o direito de uso desses elementos e fica a cargo do mercado regulá-los.

“Assim, procura-se resolver o problema da existência de bens comuns, reduzindo-os ao mínimo possível e convertendo-os em propriedade privada, ao mesmo tempo que se desenvolve um sistema institucional regulador de relações contratuais entre indivíduos baseados em direitos individuais de utilização, em cujo âmbito a totalidade das relações interindividuais pode ser representada e ordenada.” (ALTVATER, 1995, p.137).

Porém, a privatização do bem comunitário encontra alguns limites. O primeiro está relacionado à capacidade prática de realização da norma. Para se definir níveis de emissões aceitáveis é necessário quantificar os *inputs e outputs* que não foram considerados pelos atores nas relações do mercado. A “existência” ou não de um efeito externo e quão intenso ele é depende do modo de percepção das transformações da natureza, o que envolve uma relação social subjetiva entre as pessoas e a natureza; sendo assim alguns efeitos são engolidos pelo bem coletivo, não atingindo especificamente ninguém, portanto não existindo. Ou ainda, dada a incerteza dos efeitos e seus impactos sobre a natureza e sobre a saúde humana, os efeitos externos não são facilmente contrapostos às vantagens de utilização dos bens de consumo, por exemplo, o uso de automóveis, porque deveríamos desistir dos automóveis se não podemos quantificar, com certeza absoluta, os efeitos da descarga de automóveis nos termos do efeito estufa (ALTVATER, 1995)? No caso dos efeitos que são percebidos, eles só podem ser expressos em moedas na medida em que eles estejam inseridos no mercado. É somente através das relações de troca que um produto ou material adquire um preço. Aí surge um paradoxo: “a internalização de efeitos externos só pode ocorrer na medida em que se leva em conta a produção de efeitos externos” (ALTVATER, 1995), ou seja, parece contraditório o fato que só se pode contabilizar um efeito externo quando ele é internalizado e para internalizá-lo é necessário levar em conta os efeitos externos.

O segundo limite está relacionado às possibilidades de aumentar os benefícios coletivos seguindo a racionalidade de maximização dos benefícios individuais, ou seja, se é possível aumentar o bem estar do coletivo a partir do aumento do bem estar individual. Os agentes de

mercado, as empresas e os indivíduos “*evitam seus custos privados se podem transferi-los como custos sociais para a sociedade como um todo*” (ALTVATER, 1995 p. 133). Esse fenômeno não decorre de uma estratégia consciente de eliminação secreta de custos (como descarregamento ilegal), mas de princípios inerentes à racionalidade individualista, o que Hardin denominou de tragédia dos bens públicos.

“Um dos princípios da sociedade da economia privada e, portanto, individualista é que cada um precisa se ocupar dos seus negócios, sem considerações com os negócios dos outros e, muito menos ainda sem respeitar especificamente aquilo que constitui um bem comum a todos os homens.” (HARDIN, 1968 apud ALTVATER, 1995 p.133).

Por exemplo, um aterro sanitário é um bem coletivo utilizado para atender a população de uma determinada cidade. Cada pessoa, em tese, deveria produzir um volume de lixo suficiente para ocupar o mesmo espaço, por exemplo se fosse uma cidade com 100.000 habitantes, cada pessoa teria o direito de utilizar 1/100.000 do aterro. Mas se uma pessoa produz o dobro de lixo que os outros, ele usufrui mais daquele bem que os demais, aumentando o seu benefício privado em dois. Se todos produzirem a mesma quantidade de resíduo com exceção desse indivíduo, ele será responsável pela diminuição da vida útil do aterro, causando desvantagem para o coletivo. Porém, a diminuição da vida útil do aterro é tão pequena perto do aumento do benefício para o grande produtor de resíduo que certamente a desvantagem para o coletivo poderá ser desprezada, uma vez que não provoca reações sensíveis nos outros usuários. Considerando que no processo econômico são os indivíduos que agem, essa desvantagem não aparece nos cálculos da racionalidade privada. Assim, os agentes privados externalizam seus custos privados em detrimento da utilização de bens públicos, que podem ser o ar, a água, a terra, entre outros. Portanto, a promoção de interesses individuais não vai promover o interesse coletivo, sobretudo quando se trata de bens coletivos com um número muito grande de usuários, como a atmosfera terrestre.

As soluções para o lixo não são evidentes diante da lógica da economia privada. Porém, no interior dos sistemas de gestão integrada de resíduos sólidos, estão colocadas algumas alternativas de tratamento e disposição de resíduos que irão minimizar (ou mais ou menos) os efeitos externos provenientes das falhas nas relações mercantis. Como se dá a reciclagem no interior desses sistemas integrados será tratado no próximo capítulo.

CAPÍTULO 4

A RECICLAGEM NO CONTEXTO DA GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

A reciclagem evita que os materiais sejam destinados aos aterros e lixões, porém as dimensões atuais dos aterros remanescentes colocam em xeque a eficácia da reciclagem enquanto forma de tratamento dos resíduos sólidos¹¹. Ao mesmo tempo, a incineração começa a ser adotada no Brasil como forma de tratamento de lixo, complexificando ainda mais esse sistema. Este capítulo tem como objetivo analisar as condições das possibilidades da reciclagem no interior dos sistemas de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos (GIRSU).

Na discussão acerca da GIRSU faz-se necessário destacar três considerações. A primeira diz respeito a abrangência dessa abordagem, na qual são envolvidas não somente questões de ordem técnico operacionais, abordagem predominante na área de gestão de resíduos, mas também questões sociais com ênfase especial nos aspectos participativos e de inclusão social (DIAS, 2010), assim como questões ambientais. Um segundo aspecto é que essa discussão não está limitada aos sistemas de tratamento e destinação de resíduos isoladamente, mas a toda cadeia que os envolve, desde a separação na fonte até a destinação final. Por último, a GIRSU trata dos diversos arranjos compostos por diferentes sistemas de coleta, triagem, tratamento e destinação final.

As formas de tratamento são priorizadas em termos de uma hierarquia nos textos jurídicos (UNIÃO EUROPEIA, 2008; BRASIL, 2010; MINAS GERAIS, 2009): após esgotada a possibilidade de um determinado tratamento opta-se pelo subsequente e assim sucessivamente. As incoerências dessa hierarquia, assim como seus limites na garantia da eficiência da GIRSU serão abordados na primeira parte deste capítulo (item 4.1).

Nenhuma dessas alternativas: reciclagem, aterro e incineração adquiriram legitimidade hegemônica e nem podem ser consideradas como mais eficientes segundo todos os critérios. Em consequência, se a cadeia contém um “mix” de tratamentos, como se dá esta combinação

¹¹ Considera-se como tratamento de resíduos os processos de transformação que visam reduzir a quantidade, o volume e a massa do lixo, assim como os seus impactos maléficos na saúde humana e no meio ambiente.

e a sua organização? Que relações, *trade-offs*, conflitos, contradições se colocam no interior desta cadeia e entre os processos de tratamento que a compõem? Essas questões serão abordadas no item 4.2.

4.1) A Hierarquia das formas de tratamento de resíduos

A hierarquização das formas de tratamento dos resíduos permeia a mídia e as políticas de resíduos instituídas pelos poderes públicos, como a Diretriz Europeia Relativa a Resíduos¹² (UNIÃO EUROPEIA, 2008), a Política Estadual de Resíduos Sólidos de Minas Gerais¹³ (MINAS GERAIS, 2009) e o projeto de Política Nacional de Resíduos Sólidos do Brasil¹⁴ (BRASIL, 2010). Uma interpretação comum da hierarquia de tratamento de resíduos, segundo Porter (2005), é a seguinte:

1. Redução na fonte
2. Reutilização
3. Reciclagem
4. Compostagem
5. Incineração com recuperação energética
6. Aterro com recuperação energética
7. Incineração sem recuperação energética
8. Aterro sem recuperação energética

¹² Diretiva Européia relativa aos resíduos: I - Prevenção e redução; II - Preparação para a reutilização; III - Reciclagem; IV - Outros tipos de valorização, por exemplo, a valorização energética; V - Eliminação. (UNIÃO EUROPEIA, 2008).

¹³ Política Estadual de Resíduos Sólidos de Minas Gerais: I - a não-geração; II - a prevenção da geração; III - a redução da geração; IV - a reutilização e o reaproveitamento; V - a reciclagem; VI - o tratamento; VII - a destinação final ambientalmente adequada; VIII - a valorização dos resíduos sólidos. (MINAS GERAIS, 2009).

¹⁴ Projeto da Política Nacional de Resíduos Sólidos: I - não-geração, II - redução, III - reutilização, IV - reciclagem, V - tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. (BRASIL, 2010).

A hierarquia fornece um *ranking* de qualidade ambiental nas atividades de gestão de resíduos, que serve para orientar as políticas públicas e para respaldar opções eficientes do ponto de vista ambiental (EEB, 2008). Desde a metade dos anos 70, a hierarquia de tratamentos de resíduos desempenhou um importante papel na política de resíduos da União Européia, se difundido em todo o mundo, inclusive no Brasil. A racionalidade que está por traz dessa hierarquia é a minimização dos impactos ambientais dos dispositivos de resíduos (RASMUSSEN & VIGSØ, 2005). Na Diretiva Européia, os Estados-Membros que realizam ações que não seguem a hierarquia devem se justificar mediante análises que contemplem todo o ciclo de vida dos produtos¹⁵.

“Quando aplicarem a hierarquia dos resíduos referida no n° 1, os Estados-Membros tomam medidas para incentivar as opções conducentes aos melhores resultados ambientais globais. Para tal, pode ser necessário estabelecer fluxos de resíduos específicos que se afastem da hierarquia caso isso se justifique pela aplicação do conceito de ciclo de vida aos impactos globais da geração e gestão desses resíduos.” (UNIÃO EUROPEIA, 2008).

Tanto a reciclagem quanto os outros dispositivos de tratamento e disposição de resíduos geram impactos ambientais negativos e positivos durante o tratamento. Os métodos utilizados para avaliações de impactos ambientais, como Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), respaldam a hierarquia, porém podem indicar outras tendências, como o artigo da UNIÃO EUROPEIA (2008), citado acima, indicou.

Esse tipo de avaliação consiste em colocar em uma mesma escala comparativa impactos ambientais distintos, mas como não existe uma unidade de medida comum entre os danos, a avaliação relativa de formas de tratamento e destinação fica comprometida. O desafio está em pesar e traduzir numa escala comparativa, por exemplo, emissões de dióxido de carbono e de nitrogênio (RASMUSSEN & VIGSØ, 2005). Outros desafios estão relacionados com quais impactos devem ser considerados e se devem ser considerados impactos numa escala global ou local e a curto ou a longo prazo. Apesar de ser uma análise objetiva, os meios para chegar

¹⁵ O conceito de Ciclo de vida considera os recursos consumidos e os impactos sobre o meio ambiente e a saúde humana em todo o ciclo de vida do produto, incluindo a extração de recursos naturais, produção, uso, reuso, transporte, reciclagem e destinação final dos resíduos que provém dos produtos e serviços (EEB, 2008).

aos resultados são subjetivos, fazendo com que em um mesmo caso concreto haja diferentes resultados nas análises do tipo ACV (BERTOLINI, 2005).

Quando se volta à atenção para a realidade dos países em desenvolvimento ou subdesenvolvidos, onde o nível de controle ambiental é baixo, há falta de infraestrutura, exista miséria e muitos outros problemas sociais, econômicos e técnico ambientais graves, o drama dos impactos ambientais dos lixões e dos milhares de catadores que trabalham em situações precárias se coloca de forma mais patente. Diante desse contexto, será que vale mais a pena investir na redução de lixo, na minimização dos impactos do lixão ou nas melhorias das condições de trabalho dos catadores? Numa perspectiva de redução dos impactos, uma recente publicação do Unohabitat (2009) chama a atenção que é melhor controlar a situação dos lixões nos países subdesenvolvidos ou em desenvolvimento.

Eigenheer, Ferreira & Adler (2005), numa avaliação sobre a política fracassada de disseminação de usinas de triagem e compostagem no estado do Rio de Janeiro, concluem que os *“recursos desperdiçados nas instalações de usinas no Estado teriam sido suficientes para estabelecer uma malha de aterros sanitários capaz de assegurar uma destinação final adequada aos resíduos domiciliares da maioria dos 92 municípios do estado do RJ”*. Segundo esses autores, o aterro sanitário deveria ser a figura central do sistema de destinação final.

A questão econômica tem um papel central na discussão da hierarquia: diante de recursos escassos, em que se deve investir? Do ponto de vista dos economistas, análises de custo e benefício (ACB) são métodos mais adequados para avaliar as alternativas (RASMUSSEN & VIGSØ, 2005; ACKERMAN, 2005; PORTER, 2005; PEARCE, 2005; DIJKGRAAF & VOLLEBERGH, 2005). A ACB permite que os impactos ambientais, diretos e indiretos, sejam pesados em relação aos impactos econômicos positivos e negativos nas escolhas dos métodos. Estudos socioeconômicos indicam que a hierarquia pode falhar em fornecer um guia geral de como priorizar os métodos de tratamento de acordo com o que é socialmente desejável. Dijkgraaf e Vollebergh (2005) sistematizam os resultados dos estudos que utilizaram essa metodologia para analisar a ordem de prioridade dos tratamentos, quadro 1.

QUADRO 1: Síntese dos estudos comparativos das diferentes formas de tratamento de resíduos baseados na ACB

Estudos	Tipo de resíduo	Reciclagem	Compostagem	Incineração	Pirólise	Aterro
Brisson (1997)	Geral	1	4	3		2
Vollebergh (1997)	Queimáveis			2	1	
Ayalon (2001)	Compostáveis		1	3		2
Nolan-Itu (2001)	Recicláveis	1				2
Döberl et al. (2002)	Geral			1		2
EPA (2002)	Garrafas plásticas	2		1		
EPA (2003)	Compostáveis		2	1		
Vigsoe & Andersen (2002)	Embalagens não retornáveis	2		1		
Petersen & Andersen (2002)	Papeis	2			1	
Ibenholt et al. (2003)	Embalagens de líquidos	3		1		2
Rasmussen & Reimann (2004)	Geral			2	1	
Dijkgraaf & Vollebergh (2004)	Geral			2		1

Fonte: Dijkgraaf & Vollebergh (2005)

Em algumas avaliações econômicas a reciclagem é preferida e em outras a incineração, o que indica que a reciclagem não é unanimemente reconhecida como a solução mais recomendável na hierarquia. Com relação a aterro x incineração, também não há consenso. Segundo Dijkgraaf e Vollebergh (2005), na Suécia, o custo social da incineração foi estimado em seis bilhões mais alto do que o custo do aterro. Nessas abordagens de análise de custo e benefício pode-se identificar incertezas similares as discutidas no caso da ACV. Rasmussen et Vigsø (2005), embora defensores desse tipo de abordagem, destacam alguns limites relacionados à qualidade dos estudos: os preços utilizados para monetarizar as emissões não são claros, os estudos possuem escopo local ou nacional, prejudicando sua generalização, a definição de

custos privados não é clara e os benefícios dos aterros não são bem definidos. Diante das incertezas, os resultados de ACB devem ser considerados com cautela.

Em síntese, segundo a análise econômica, o problema se resume na escolha da opção mais barata. Já pela lógica ambiental, dever-se-ia reciclar 100% dos resíduos produzidos, o que certamente custaria muito caro. No entanto, não parece coerente julgar qual forma de tratamento é a melhor tomando somente um ou dois parâmetros como referência, sem discutir a complexidade que envolve a interação das dimensões sociais, econômicas e técnico-ambientais.

De acordo com a hierarquia, a reciclagem é preferível à incineração ou aterro, o que teoricamente garantiria um espaço da reciclagem no interior dos sistemas de GRSU, respondendo positivamente a questão colocada neste capítulo. Porém, será que assegurar a hierarquia é suficiente para que a reciclagem assuma um papel relevante no interior da GRSU? O modo de aplicação da hierarquia não é claro: o que é esgotar as possibilidades de uma alternativa antes de passar para alternativa subsequente? Seguindo essa lógica da hierarquia, poder-se-ia, por exemplo, reciclar 0,01% e dizer que a hierarquia foi cumprida. No relatório de uma conferência realizada para discutir a diretiva europeia, em que as principais ONGs ambientalistas estavam presentes, foi destacada uma preocupação, após garantida a hierarquia na diretiva, “*resta saber como ela será implementada na prática*” (EEB, 2008).

Na prática, as diferentes tecnologias podem coexistir, dessa forma, o ponto central da discussão não é contrapor as tecnologias, se a reciclagem é melhor que a incineração ou o aterro ou vice versa, mas sim quais materiais e quanto de resíduos devem ser reciclados, incinerados ou aterrados. Essa questão dificilmente vai ser respondida de forma objetiva, simplesmente levando em consideração aspectos técnicos, as decisões são frutos de uma negociação social que resulta em determinadas combinações de tratamento. Isso se dará de acordo com os contextos de cada país, de cada região e de cada cidade, considerando ainda que em uma mesma cidade pode haver diferentes regiões e, portanto, existir experiências, condicionantes técnicas, ambientais, sociais e econômicas muito distintas, o que resulta em sistemas particulares.

A hierarquia deve ser tratada, segundo Bertolini (2005), como uma hierarquia de princípios e ser objeto de estudos mais aprofundados, com base em casos concretos. Para Rasmussen et Vigsø (2005), a hierarquia deve ser tratada como um princípio flexível somente para

recomendações políticas. Talvez o estabelecimento de metas de reciclagem assegure politicamente que a reciclagem assuma um papel importante, porém a dificuldade das metas não está em estabelecê-las, mas em conseguir alcançá-las.

4.2) Combinações de tratamento

Entre a geração e sua disposição final, os resíduos podem percorrer vários caminhos, esquematizados na figura 2.

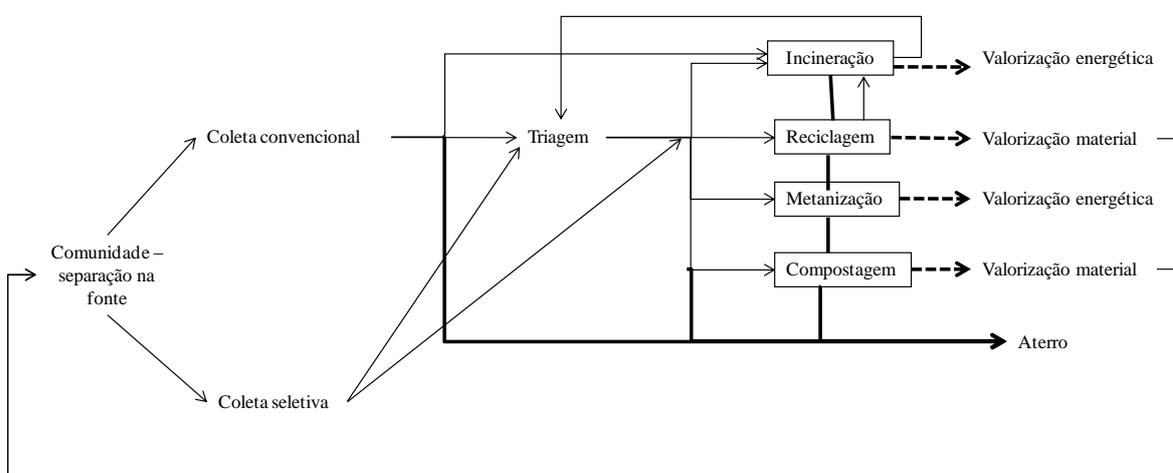


FIGURA 2 - Modelo geral das formas de tratamento de resíduos

As combinações entre as diferentes possibilidades de tratamento de resíduos são fruto de determinações sociais, econômicas, ambientais, técnicas e políticas que diferem no tempo e no espaço. Como nenhuma delas assume uma posição hegemônica perante as outras, pode-se dizer que a “melhor solução”, nas condições atuais, consiste em uma combinação (um “mix”) de processos de tratamento. Um dos objetivos deste trabalho é analisar as condições para definir essas combinações, segundo critérios heterogêneos indo dos ambientais aos sociais.

O reconhecimento que o “mix” de tratamento do lixo em sistemas de GRSU é heterogêneo possui duas consequências imediatas. Primeiramente, impede que sejam adotados modelos de otimização (globais ou parciais), que pressupõem variáveis homogêneas, por exemplo, custo ou energia. Em consequência, somos obrigados a lidar com a complexidade dessas combinações heterogêneas, onde se mesclam critérios técnicos, sociais, econômicos e ambientais, qualitativos e quantitativos.

Serão analisadas, nos tópicos abaixo, três combinações de processos de tratamento e destinação final: reciclagem e aterro (item 4.2.1), incineração e aterro (item 4.2.2), e

incineração, reciclagem e aterro (item 4.2.3). A reciclagem e a incineração são processos de tratamento que permitem reduzir a quantidade de resíduos que será destinada ao aterro. Já o aterro é a forma de destinação final dos resíduos, sendo assim um elo que está presente independentemente se existe, ou não, alguma forma de tratamento anterior.

O Aterro engloba um conjunto de técnicas, que, conforme a sofisticação tecnológica, podem ser classificadas como “lixão”, aterro controlado e aterro sanitário. Os danos causados pelo acúmulo de lixo, sobretudo nos “lixões”, como a poluição das águas superficiais e dos lençóis freáticos pela ação do chorume, formação de gases nocivos, odores desagradáveis, atração de animais e insetos que podem colocar em risco à saúde humana, principalmente, dos moradores do entorno, motivaram o desenvolvimento de técnicas que visa minimizar esses impactos. O “lixão” é caracterizado pela simples descarga do lixo sem qualquer tratamento prévio ou a *posteriori*, ou seja, é caracterizado pela ausência de técnicas de engenharia. No aterro controlado, o lixo recebe uma cobertura diária de material inerte, porém, essa técnica não resolve de forma satisfatória os problemas ambientais gerados pelo acúmulo do lixo. O aterro sanitário é uma técnica mais aprimorada, que permite reduzir os danos à saúde pública e os impactos ambientais provenientes do acúmulo de lixo.

Nos aterros sanitários, utilizam-se princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos buscando reduzir o volume ocupado, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho, ou a intervalos menores, se necessário (CEMPRE, 2000). Os critérios de engenharia mencionados consistem em projeto de sistemas de drenagens periférica e superficial para o afastamento de águas da chuva, de drenagem de fundo para a coleta do lixiviado, de tratamento de lixiviado drenado e de drenagem e queima dos gases gerados durante o processo de bioestatização da matéria orgânica (BIDONE, 1998). Mais recentemente, em grandes aterros, o gás tem sido aproveitado para a geração de energia.

4.2.1) Reciclagem + Aterro

As atividades de reciclagem permitem minimizar a quantidade de resíduos que são direcionados ao aterro e ao mesmo tempo valoriza o lixo, gerando insumos (materiais e compostos orgânicos) para outros processos. A reciclagem e o aterro são tecnologias complementares, na medida em que os materiais que não são reciclados são direcionados aos aterros. É possível estabelecer dois tipos de arranjos, que se diferenciam pela existência de um

ou mais sistemas de coleta. Antes de analisar os dois tipos de arranjos, serão feitas algumas considerações sobre a reciclagem.

Desde a antiguidade, são observadas práticas de reaproveitamento de materiais, sobretudo os orgânicos. Em Roma antiga, por exemplo, há indicações de que as fezes eram comercializadas para uso agrícola e a urina era utilizada para curtir peles e para o preparo da cor púrpura (EIGENHEER, 2003). A reciclagem “*impôs originalmente a partir de primados econômicos e sociais, notadamente de escassez, e não como uma premissa de limpeza urbana ou de proteção ambiental*” (EIGENHEER, FERREIRA & ADLER, 2005). Nesse sentido, a catação no Brasil, e também nos outros países subdesenvolvidos ou em desenvolvimento, reflete a miséria de uma significativa parcela da população. As discussões de reciclagem com enfoque ambiental começaram a partir da crise ambiental do século XX: a reciclagem em larga escala passou a ser tratada como uma solução ao problema de falta de matéria prima, reduzindo a extração de reservas naturais e também ao problema dos impactos do lixo, diminuindo o volume de resíduo a eliminar (BERTOLINI, 1978 p. 42).

A reciclagem¹⁶ pode ser entendida como “um *procedimento industrial de reaproveitamento da matéria prima para a produção de novos produtos (similares ou não)*” (EIGENHEER, FERREIRA & ADLER, 2005). Para que os materiais pós-consumo, tais como são gerados nos domicílios, ou em qualquer outro lugar, se transformem em matérias primas para as indústrias de transformação (reciclagem) é necessário que esses materiais sejam separados na fonte, coletados e triados, formando o que é denominado de cadeia da reciclagem¹⁷.

¹⁶ O termo reciclagem é utilizado em vários sentidos e contextos, dessa forma, torna-se necessário fazer algumas considerações: 1) consideramos compostagem como uma forma de reciclagem; 2) coleta seletiva não é sinônimo de reciclagem, embora faça parte da cadeia da reciclagem; 3) reutilização não é reciclagem, assim como as outras formas de apropriação de um material antes do descarte; 4) recuperação energética não é reciclagem.

¹⁷ As etapas que antecedem a reciclagem, ou seja, a separação na fonte, a coleta e triagem são denominadas neste trabalho como etapas da logística reversa dos materiais, essas etapas serão detalhadas no próximo capítulo. O termo cadeia da reciclagem também é um termo polêmico, segundo o Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT, 2005 apud LIMA, 2007), o problema está em analisar “*se as operações do processo de reciclagem constituem uma cadeia produtiva, um arranjo produtivo ou um sistema produtivo inovativo local.*”.

A reciclagem não é constituída de um processo único, cada material proveniente do consumo humano pode ser reprocessado de diversas maneiras diferentes, sozinho ou combinado com outros.

No consumo humano diário são gerados alguns materiais com elevada frequência. Em meio aos resíduos sólidos domésticos, os materiais recicláveis¹⁸ encontrados com maior abundância são: os papeis e papelões, os plásticos, os metais ferrosos e não ferrosos e os vidros, além dos resíduos orgânicos. Outros materiais, que tem um ciclo de vida maior, são descartados com menor frequência, outros ganham destaque por serem classificados como resíduos perigosos, como os eletrodomésticos, lâmpadas, pilhas e baterias, eletrônicos e pneus. E ainda há em meio aos resíduos urbanos materiais como os óleos residuais, os da construção civil e de demolições, os móveis e tecidos que também são recicláveis.

Dos materiais que são tradicionalmente reciclados no Brasil, as latas de alumínio lidera o ranking com o índice de 98% de reciclagem, em 2009 (ABRALATAS, sítio institucional), seguido do PET com 56% em 2009 (ABIPET, sítio institucional), do vidro com 47% em 2008 (ABIVIDRO, sítio institucional) e do papel com 46% em 2009 (BRACELPA, sítio institucional). O bom desempenho da reciclagem desses materiais não reflete em bons índices quando consideramos a totalidade dos resíduos que são produzidos em uma cidade, que são compostos pelos resíduos domésticos, do serviço de saúde, da construção civil e demolição e dos resíduos públicos¹⁹. Esses materiais estão presentes principalmente nos resíduos domésticos, o que em Belo Horizonte, por exemplo, representa aproximadamente 39% dos resíduos gerados pelo município, excluindo os resíduos industriais (SLU, 2008). Os plásticos, os papeis, os metais ferrosos e não ferrosos e os vidros representam apenas 26% dos resíduos

¹⁸ O termo reciclável é utilizado somente para caracterizar um material que tradicionalmente é encaminhado para a cadeia da reciclagem. Geralmente esse termo é difundido como se fosse uma característica do material por possuir alguma tecnologia capaz de processá-lo, ou seja, quando existe um potencial tecnológico de reciclagem. É comum ver, sobre as embalagens, símbolos indicando que os produtos são recicláveis. Esses símbolos, em alguns casos, são amparados por uma norma reguladora (NBR ISO 14021) que “*especifica os requisitos para autodeclarações ambientais, incluindo textos, símbolos e gráficos, no que se refere aos produtos*” (CEMPRE, 2008). Porém, ser reciclável não é uma característica inerente ao material, ele depende principalmente do contexto econômico e social de uma determinada localidade, em um determinado momento histórico.

¹⁹ Classificação utilizada pela Superintendência de Limpeza Urbana de Belo Horizonte. Resíduos Públicos são resíduos provenientes de podas e da varrição.

domésticos, correspondendo a aproximadamente 10% dos resíduos urbanos (SLU, 2004). Assim, em 2007 foram coletadas 5.878,86 toneladas de resíduos por dia, destes aproximadamente 5% foram encaminhados à cadeia da reciclagem (considerando a compostagem) e 95% para os aterros (tabela 4). Esses dados não incluem a quantidade que é coletada pela atividade informal dos catadores.

TABELA 4

Proporção da quantidade de resíduos urbanos reciclada e aterrada em Belo Horizonte-MG

	t/mês	%
Resíduo sólido domiciliar	71.384,09	39,17%
Resíduo sólido do serviço de saúde	1.287,13	0,71%
Resíduo da construção civil e demolições	71.826,37	39,41%
Resíduo sólido públicos	20.401,21	11,19%
Outros	8.381,29	4,60%
Total do resíduo destinado a aterragem	173.280,09	95,08%
Coleta seletiva	547,52	0,30%
Reciclagem de entulho	8.239,20	4,52%
Resíduos da coleta seletiva de orgânicos em feiras e sacolões	178,09	0,10%
Total dos resíduos destinado à reciclagem	8.964,81	4,92%
Total dos resíduos sólidos urbanos	182.244,90	100,00%

Dados: SLU (2008)

O universo da reciclagem abrange muitos processos produtivos com características muito distintas entre si. Os processos são de capital mais ou menos intensivo, conseqüentemente, vão se diferenciar segundo o montante de investimentos em capital fixo e variável, a composição dos custos entre fixos e variados, a importância dos efeitos de escala e a flexibilidade do processo.

Os resíduos produzidos em grande quantidade, de forma homogênea e limpos (aqueles não contaminados com sujeira, por exemplo terra e restos de produtos líquidos, como os resíduos do processo industrial), são mais adaptados aos processos industriais de capital intensivo e de produção em alta escala. A homogeneidade reduz a necessidade de transformação material e elimina possíveis etapas de homogeneização da matéria prima. Quanto mais limpo estiver o material, mais etapas de limpeza poderão ser eliminadas do processo. Ainda, a regularidade

de fornecimento da matéria prima encoraja os industriais a fazerem investimentos nos processos.

Existem tecnologias de reciclagem que transformam os materiais separados por tipo e outros que processam os materiais misturados. As tecnologias que processam somente um tipo material requerem uma triagem fina, que impacta nos custos e no volume dos materiais recuperados pelo sistema de logística reversa. Por outro lado, essas tecnologias degradam menos as propriedades físicas e químicas do material, possibilitando repetir mais vezes o processo de reciclagem. Outras tecnologias são orientadas ao aproveitamento de materiais misturados, o que reduz a necessidade de uma separação fina, contudo favorece a produção de materiais compostos. Esses materiais passam por intensas transformações físicas e químicas, reduzindo o ciclo de vida deles, em termos de futuras reciclagens.

O parque de reciclagem existente no Brasil possui características que diferenciam com o tipo de material. Por exemplo, a reciclagem do alumínio é realizada praticamente em duas unidades produtivas, a ALERIS LATASA e NOVELIS, *“localizadas uma ao lado da outra em Pindamonhangaba, têm capacidade para processar 177 mil toneladas de sucata de alumínio por ano, equivalentes a cerca de 70% de toda a sucata recuperada no país”* (ABAL, 2005c apud LIMA, D. R., 2007). Todas as latinhas coletadas no Brasil são transportadas até Pindamonhangaba, o que é viabilizado pela produção ser altamente rentável. O mesmo não acontece com as embalagens longa vida, pois como a maioria das empresas recicladoras estão no estado de São Paulo e Paraná, o preço do transporte de Minas Gerais a São Paulo inviabiliza a venda desses materiais triados. Já a reciclagem do plástico é menos concentrada, em um levantamento da reciclagem do plástico em Belo Horizonte foram encontradas 64 empresas que reciclam os mais diversos tipos de plástico.

Nos processos de reciclagem, as características de cada processo são diferentes, há aqueles caracterizados como de capital intensivo, em que possui limitada capacidade de geração de empregos e outros de mão de obra intensiva, que gera maior número de empregos. Em relação à geração de trabalho e renda, as etapas que antecedem a reciclagem é que se destacam. É na etapa de coleta e triagem que um enorme contingente de trabalhadores (catadores), nos países subdesenvolvidos ou em desenvolvimento, irá garantir a sua sobrevivência.

Os catadores estão presentes na vida cotidiana não somente das grandes cidades brasileiras como também nas pequenas e médias. A catação no Brasil, e também nos outros países

subdesenvolvidos ou em desenvolvimento, reflete a miséria de uma parcela da população, que sem alternativa, catam aquilo que não tem mais valor para o gerador. Alguns catadores se organizaram em cooperativas e associações, outros atuam informalmente.

Se por um lado a reciclagem gera trabalho e renda para os excluídos, por outro gera precárias condições de trabalho. Os catadores que trabalham em lixões ficam em contato com materiais insalubres, expostos a doenças ocupacionais e a emissões de poluentes emanados do depósito de lixo, enfrentam ainda riscos de acidentes relacionados com o conteúdo do material que manuseiam.

“Eles incorrem em altos riscos de saúde ocupacional, incluindo: “riscos derivados do contacto com matéria fecal; papel saturado com substâncias tóxicas; vidros com substâncias químicas; *containers* de metal com resíduos de pesticidas e solventes; agulhas e bandagens (com organismos patogênicos) provenientes de hospitais e baterias contendo metais pesados” (COINTREAU, 2006, apud DIAS 2010).

Independente se é poder público ou os catadores que fazem a coleta, os processos de valorização material dos resíduos estão sujeitos ao mercado. Os custos de coleta e de preparação (triagem, pré-tratamento, condicionamento, transporte), são comparados às receitas provenientes das vendas dos materiais. Para alguns materiais, como as latinhas de alumínio, esse balanço se mostrou rentável e a reciclagem acontece em proporção recorde, sem mesmo precisar da intervenção do Estado na etapa de coleta e triagem. Conforme as leis do mercado, os subprodutos do lixo rentáveis são “naturalmente” reintegrados no processo de produção. Porém, no outro extremo, existem os resíduos que não são demandados: eles são resíduos ou poluentes que ninguém quer, por terem valor (custo de produção) acima do preço de mercado (BERTOLINI, 2005 p. 49).

Os materiais podem chegar até o processo de reciclagem, via coleta convencional ou via coleta seletiva. Serão descritos abaixo essas duas possibilidades de arranjo da cadeia da reciclagem.

Estratégia 1

Neste primeiro arranjo, os materiais são coletados com os mesmos procedimentos utilizados na coleta convencional, antes de serem triados. Esse modelo foi implantado no Brasil em diversos municípios, como estratégia para reduzir a demanda de aterros.

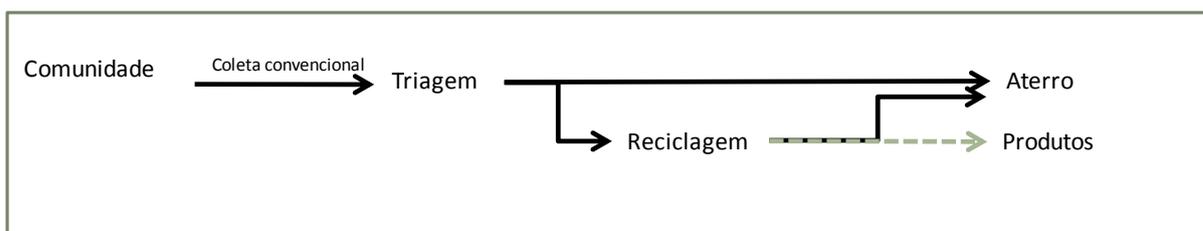


FIGURA 3: Combinação de reciclagem + aterro, sem coleta seletiva

A vantagem desse sistema é que o poder público não tem gasto adicional referente à coleta seletiva, além de não depender do trabalho dos moradores na pré-seleção dos materiais. Porém, a qualidade e quantidade dos materiais que seguirão para a cadeia da reciclagem se apresentam como a desvantagem do processo.

Os materiais provenientes da coleta convencional, ao longo do seu processo de acondicionamento, coleta, transporte e destinação ao processo de triagem, são cada vez mais misturados, contaminando uns aos outros. Para recuperar os materiais passíveis de reciclagem, eles devem passar por um processo de separação minuciosa. Dada a baixa qualidade da triagem, por processos mecânicos ou manuais, dos materiais provenientes da coleta convencional e o elevado índice de rejeito do processo, tanto o composto quanto os materiais que serão reciclados têm seu valor reduzido e mercado restrito, o que pode comprometer a viabilidade econômica do processo.

Os catadores informais também atuam na coleta sem contar com a separação na fonte geradora. Eles são responsáveis por coletar uma boa parte dos materiais que seguirão para a reciclagem, porém a quantificação da sua participação no sistema é comprometida pela informalidade do setor. Mais detalhes desses sistemas de triagem serão abordados no capítulo 5.

Estratégia 2

Este modelo é muito difundido no Brasil e podemos observá-lo, por exemplo, em Itaúna (MG), caso que será aprofundado no capítulo 6. Os materiais que chegam até o processo de

reciclagem são provenientes da coleta seletiva implementada pelo poder público municipal e da coleta informal feita pelos catadores. Essa estratégia combina dois tipos de coleta: a convencional e a seletiva, organizadas em sistemas formais ou informais. Os materiais reciclados como os papeis (papelão, papel revista, papel jornal e papel branco), plásticos (PET, PEAD, PEBD, PP), embalagens longa vida, metais, alumínio e vidro são coletados seletivamente e o restante é coletado de maneira convencional (misturados) pelo poder público municipal.

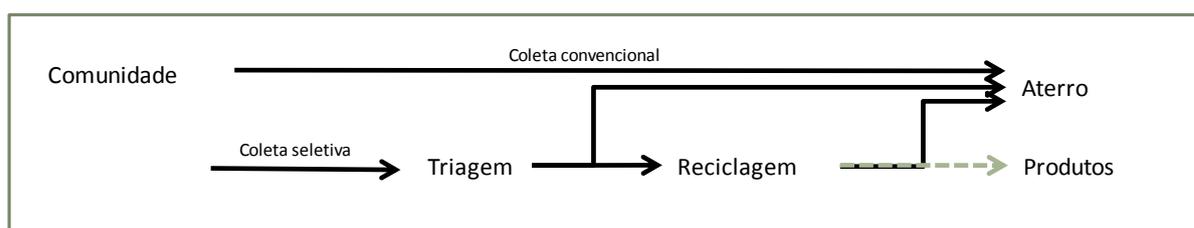


FIGURA 4: Combinação de reciclagem + aterro, com coleta seletiva

Quando a coleta seletiva é realizada pelo poder público municipal, ela onera os custos de gestão de resíduos municipais, pois a coleta seletiva é mais dispendiosa que a convencional, pelas características de densidade e potencial de compactação dos materiais. Esse tipo de arranjo também pressupõe que os moradores façam a coleta seletiva. Quando a coleta é feita de maneira informal por catadores, ela não representa custos para o poder público que evita custos relativos à gestão de resíduos.

Os materiais provenientes da coleta seletiva, realizada pela prefeitura, são direcionados comumente às ACs, que realizam o processo de triagem, gargalo do processo produtivo da reciclagem. As AC's separam os materiais que têm valor no mercado, pois a renda dessas instituições provém da venda dos materiais. As ACs sobrevivem com baixas arrecadações, mesmo aquelas que possuem subsídios públicos, fato que, segundo Oliveira, Parreira & Lima (2009), está diretamente relacionado à baixa produtividade da triagem, onerando os custos. A baixa produtividade explica-se pela base manual do trabalho, infraestrutura precária, má qualidade do material coletado. Além disso, as condições de trabalho nas AC's são muito precárias.

4.2.2) Incineração + aterro

A incineração é um processo utilizado para o tratamento de resíduos sólidos urbanos, que já está largamente difundido na Europa. A primeira unidade de incineração foi instalada no

Reino Unido, em 1865, em Gilbratar e foi rapidamente difundida pelo país. Em 1890, o país já contava com 150 incineradores. Esse processo foi adotado na Europa e nos EUA, onde diversos tipos de tecnologias foram desenvolvidos e a capacidade de tratamento aumentou continuamente. No final dos anos 80, com o surgimento das normas de emissões atmosféricas, as pequenas usinas, com baixa capacidade instalada e com baixa produção, frequentemente muito poluentes, fecharam (BERTOLINI, 2005).

Apesar dos EUA e do Reino Unido serem os primeiros países a adotar essa tecnologia de tratamento de resíduos, ela não foi a opção que prevaleceu nesses locais, segundo Bertolini (2005) a taxa de incineração é de 15% nos EUA e de 8% no Reino Unido. O baixo custo de aterros foi um dos fatores que limitou o avanço da incineração nos EUA (TCHOBANOGLOUS, 2002).

No Brasil, em 1896, foi instalado em Manaus o primeiro incinerador municipal, com capacidade para incinerar 60 t/dia, sendo desativado em 1958 por problemas de manutenção. Em Belém, no início do século, foi implantado incinerador análogo, desativado pelas mesmas razões em 1978. Em São Paulo, o primeiro incinerador data de 1913 e até 2003²⁰, a cidade ainda possuía dois em operação, que datavam 1959 e 1968, ambos com capacidade de 300t/dia (CALDERONI, 2003).

A incineração é usada no Brasil para tratar os resíduos hospitalares, devido a sua capacidade de esterilização dos resíduos. A indústria cimenteira utiliza o processo de co-incineração para alimentar seus alto-fornos.

O processo de incineração não exige que os resíduos sólidos domésticos sejam coletados separadamente, a coleta convencional é suficiente para o processo, requerendo apenas que os resíduos sejam homogêneos antes do processo de queima. Porém, isso não significa que a composição dos resíduos seja indiferente para o processo de aproveitamento.



FIGURA 5: Combinação de incineração + aterro

²⁰ Não possuo informações mais recentes.

Os fornos, assim como os alto-fornos, são processos pouco flexíveis em termos de quantidade. Uma vez que o forno é concebido para operar em uma capacidade, não é viável reduzir ou aumentar a produção de forma significativa. Ao longo da sua vida, é necessário garantir o abastecimento do forno para evitar pesados prejuízos financeiros. Porém, o processo se revela flexível em termos de variedade de produtos que é possível tratar. Se um material estiver contaminado com outro, por exemplo, um papel sujo com gordura, para o processo é indiferente. Ou ainda, se um produto é composto de mais de um tipo de material não é preciso separá-los, pois a eficiência do processo não vai alterar. Por outro lado, as características dos materiais vão interferir na eficiência energética, nas emissões atmosféricas e na qualidade das cinzas.

Quanto mais rico os resíduos domésticos forem de materiais com alto poder calorífico, como os plásticos e os papeis, maior será a temperatura atingida pelo incinerador, por outro lado, quanto mais matéria orgânica tiver, pior será seu desempenho. A qualidade energética de um incinerador é definida pelo poder calorífico inferior (PCI) dos materiais, o quadro 3 caracteriza o potencial energético de alguns materiais.

QUADRO 2 – O Poder Calorífico Inferior (PCI) por material presente nos resíduos domésticos

Componente	Variação (Btu/Lb)	Média (Btu/Lb)
Resíduos de orgânicos	1500-3000	2000
Papel	5000-8000	7200
Plásticos	12000-16000	14000
Tecidos	6500-8000	7500
Borracha	9000-12000	10000
Resíduo de jardim	1000-8000	2800
Madeira	7500-8500	8000
Vidro	50-100	60
Metais ferrosos	100-500	300
Sujeiras, cinzas, etc.	1000-5000	3000

Fonte: TCHOBANOGLIOUS (2002)

Quando a incineração é realizada sem uma coleta seletiva de resíduos perigosos, as substâncias tóxicas presentes nesses materiais serão lançadas na atmosfera ou vão compor os resíduos sólidos do processo (cinzas, escórias e filtros).

Os resíduos produzidos no processo de incineração, incluindo o tratamento de gases e de águas residuais, são os seguintes: escórias e cinzas depositadas, cinzas volantes e poeiras da caldeira, sólidos provenientes do tratamento de gases, lamas de depuração provenientes do tratamento de águas residuais, catalisadores usados e carvão ativado usado. Em meio a esses resíduos há água, gases (gás carbônico e óxido de ozônio), poeira mineral (cinzas e escórias), metais pesados (chumbo, mercúrio) e moléculas orgânicas (dioxinas, carbono, ácido clorídrico, etc.). Estima-se que, para uma tonelada de resíduos, sejam produzidas 250 a 300 Kg de cinzas e escórias e 30 Kg de resíduo do processo de depuração das fumaças da incineração (ACR, 2009). Os resíduos da incineração são encaminhados a aterros especiais devido a sua periculosidade.

A eficiência do tratamento das emissões e das cinzas também dependerá da composição do lixo. Materiais com alto poder calorífico, como os plásticos, são desejados pelo processo, porém interferem negativamente nos custos e na eficiência do tratamento das emissões do processo. O vidro e a sílica possuem baixo poder calorífico, mas são determinantes para o aproveitamento das cinzas da incineração para a construção civil. No entanto, a composição dos materiais presentes no lixo influenciará nos custos e na eficiência de todos os processos envolvidos na incineração (BERTOLINI, 2005).

4.2.3) Reciclagem + incineração + aterro

Existem pelos menos três formas de coexistirem a reciclagem, a incineração e o aterro, diferenciando pelo fato da triagem ser anterior ou posterior à incineração e pela existência ou não de coleta seletiva. Esses três arranjos serão descritos abaixo.

Estratégia 1

Essa estratégia consiste em separar materiais passíveis de serem separados após o processo de incineração, conforme a figura 6:

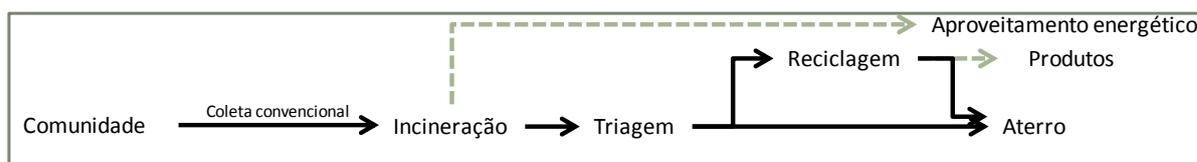


FIGURA 6: Combinação de incineração + reciclagem (posterior a incineração) + aterro, sem coleta seletiva

Os metais ferrosos e não ferrosos podem ser separados do restante das cinzas, através de uma triagem magnética e por uma triagem por indução (corrente de Foucault), que separa metais não ferrosos. Os metais separados são considerados de boa qualidade pela indústria de reciclagem, pois os contaminantes, como tintas, rótulos e restos de alimentos, são removidos no processo de incineração. O aproveitamento das cinzas para ser utilizado em sub-bases de estradas e em infraestrutura urbana geral é controverso.

Como o processo de incineração destrói as características físicas e químicas dos materiais, com exceção dos inertes e metais, ele não é considerado com reciclagem.

Estratégia 2

Essa estratégia consiste em realizar uma triagem mecânica ou manual dos resíduos provenientes da coleta seletiva antes da incineração (figura 7).

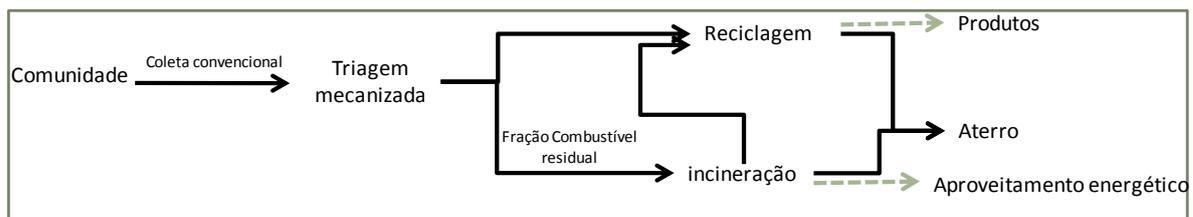


FIGURA 7: Combinação de incineração + reciclagem + aterro, sem coleta seletiva

Esse sistema de triagem pode favorecer a eficiência energética da incineração, separando os materiais orgânicos e com baixo potencial calorífico do restante, denominado de fração combustível residual. A fração orgânica pode ser aproveitada para fazer composto ou pode passar por um processo de metanização, visando o aproveitamento energético. Neste caso, os processos de incineração e de reciclagem, visando a compostagem, não competem pelos mesmos materiais. Porém, como descrito na estratégia 2 do item 4.2.1, a qualidade da separação dos materiais provenientes da coleta convencional tem que garantir a qualidade dos processos de tratamento, o que ainda é contestável (BERTOLINI, 2005). A qualidade da separação da fração combustível residual não parece ser o problema, tendo em vista que a incineração pode funcionar até mesmo sem uma pré-separação, então essa forma de triagem só teria a agregar. Mas, a qualidade do composto proveniente da fração orgânica exige uma triagem mais criteriosa, o que não é garantida por um sistema de mecânico de separação. A

separação manual pode ser onerosa e expor os trabalhadores a condições precárias de higiene no trabalho.

Outra forma de triagem possível é a de separação dos materiais recicláveis do resto que seria destinado à incineração. Esse esquema de triagem seria semelhante ao descrito na seção 4.2.1 (estratégia 1). Neste caso, os materiais recicláveis inclusive aqueles com alto poder calorífico seriam destinados à reciclagem e o restante seria incinerado. Essa separação não visa a melhoria da eficiência da incineração, uma vez que seria desviado do processo, materiais com alto poder calorífico.

Estratégia 3

Essa estratégia consiste em separar os materiais a partir da fonte geradora, estabelecendo, além da coleta convencional a coleta seletiva (figura 8).

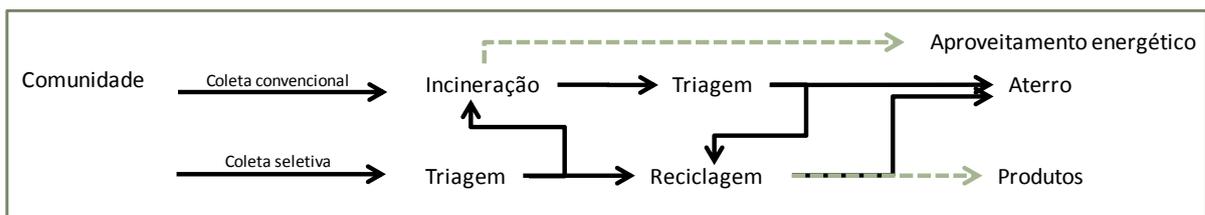


FIGURA 8: Combinação de incineração + reciclagem + aterro, com coleta seletiva

Os materiais recicláveis, como os plásticos e os papeis, presentes nos resíduos domésticos, têm elevado poder calorífico, portanto são importantes para a eficiência energética da incineração. Nem todos os plásticos e papeis são recicláveis, seja pela inviabilidade econômica da reciclagem ou por contaminação. Nestes casos não há competição. Porém, os materiais que atendem tanto aos critérios de eficiência da indústria recicladora, quanto aos da incineração serão objetos de competição.

Os metais podem seguir ambos os processos, porém as características dos metais separados após o processo de incineração têm qualidade superior para a indústria de reciclagem dos metais.

Nesta estratégia, o que garantirá que um material seja enviado para um processo ou para outro é a separação na fonte e o sistema de coleta. As estratégias de separação na fonte e de sistemas de coleta seletiva determinarão a quantidade e a qualidade dos materiais que serão

enviados para cada um dos processos. O “mix” de materiais resultante dessas etapas irá influenciar a eficiência dos processos de tratamento.

Na incineração, pelas características do seu processo, é necessária alimentação constante dos seus fornos para evitar pesados prejuízos financeiros. Uma vez que um incinerador foi projetado para uma certa capacidade nominal, sua operação eficiente não permite grandes variações em quantidade. Dessa forma, o abastecimento do incinerador deve ser constante, o que coloca um limite à expansão da reciclagem.

Nas combinações de tratamento apresentadas acima, percebe-se que há várias formas de conformar o sistema GRSU. A incineração e reciclagem tecnicamente podem ser concorrentes, mas eles podem coexistir como mostra a experiência europeia.

As comparações entre os diversos sistemas a partir de metodologias como ACV ou ACB se mostram limitadas, pois não se dispõe de uma metodologia capaz de avaliar de maneira global os impactos sociais, ambientais e econômicos de tecnologias alternativas, sobretudo, quando se amplia o objeto de análise para uma cadeia produtiva, como no caso da reciclagem.

Mas, como garantir o espaço da reciclagem no interior dos sistemas de GRSU? A hierarquia por si só não garante que a reciclagem ocupe um lugar nos sistemas de GRSU. A instituição de metas pode garantir legalmente um espaço formal, mas o meio para atingi-las ainda é um desafio. Poderíamos dizer que o desafio da reciclagem está nela mesma: como ultrapassar sua incipiência e expandir as suas taxas de crescimento, garantindo na prática o seu espaço.

Os entraves da reciclagem estão relacionados com o seu parque industrial, ainda incipiente e concentrado nas grandes cidades, e com os processos de logística reversa dos materiais, que se revelam ineficientes. Dada a amplitude da temática, optou-se por analisar somente a perspectiva da logística reversa, que será aprofundada no próximo capítulo.

CAPÍTULO 5

OS PROCESSOS QUE ANTECEDEM OS TRATAMENTOS DE RESÍDUOS: OS LIMITES DA LOGÍSTICA REVERSA

Para que um produto pós-consumo chegue até um dispositivo de tratamento ou destinação final, ele tem que passar por algumas etapas. Esse caminho inverso pode ser denominado de logística reversa²¹. O referido processo pode se dar de diversas formas, combinando diferentes alternativas tecnológicas, cada qual com seus critérios econômicos, sociais e técnico/ambientais, que terão repercussões no custo, na qualidade e na quantidade dos materiais que serão efetivamente reciclados. Através da análise dessas alternativas, busca-se compreender as dificuldades relativas à logística reversa, que resultam no baixo índice de materiais reciclados.

Em um sistema integrado de gestão de resíduos sólidos, no qual existe um “mix” de tratamentos, podem coexistir várias estratégias logísticas, através das quais se busca a eficiência dos processos. A eficiência da reciclagem, incineração e aterragem depende de um “mix” de materiais com determinadas características qualitativas e quantitativas, como evidenciou a análise desenvolvida no capítulo 4. Em Paris o “mix” de tratamento é composto da reciclagem, incineração e aterragem, os resíduos são coletados por diversos canais diferentes, conjugando sistemas de coleta seletiva com a coleta convencional, conforme o quadro 4 abaixo:

²¹ O termo logística reversa abrange também várias outras atividades como o retorno ao Fornecedor, revenda, acondicionamento, renovação, remanufatura, recuperação material, reciclagem e aterragem (Rogers ET Tibben-Lembke, 1998). A recente revisão bibliográfica do tema, feita por Pokharel et Mutha (2009), também indica que a pesquisa e a prática da Logística reversa estão focados em vários aspectos desde a coleta e tratamento dos materiais até a eliminação de resíduos.

QUADRO 3 – Sistema de coleta de resíduos em Paris

Materiais	Estratégia de coleta	Processos que os materiais são encaminhados
Resíduos orgânicos, embalagens não recicláveis e vidros não recicláveis.	Porta a porta	Incineração
Papel, papelão, jornal, revista (sem plástico filme), PET, PEAD, latas, frascos metálicos, embalagens longa vida, pequenos eletrodomésticos (ex. secador de cabelo)	Porta a porta	Triagem – reciclagem
Vidro reciclável	Pontos de entrega voluntária	Triagem – reciclagem
Eletrodomésticos, aparelhos eletroeletrônicos, computadores.	Aporte voluntário às lojas, ou decheterias ²² ou sob solicitação telefônica	Triagem – reutilização – reciclagem
Móveis, peças sanitárias, etc.	Aporte voluntário às decheterias ou sob solicitação telefônica	Triagem – reutilização – reciclagem
Pilhas, ampolas, medicamentos, baterias.	Aporte voluntário às lojas	Reciclagem / aterro
Produtos tóxicos ou perigosos.	Aporte voluntário às decheterias ou sob solicitação telefônica	Aterro
Roupas	Aporte voluntário às lojas, decheterias ou associações	Triagem, reutilização

Em Lisboa há três centrais de tratamentos: Central de Tratamento de Resíduos Sólidos Urbanos, onde os resíduos são incinerados; Central de Triagem e Ecoponto, onde os materiais são triados e encaminhados à indústria recicladora; e Estação de Tratamento e Valorização Orgânica, onde é produzido composto e energia elétrica. A coleta seletiva é feita, em determinados pontos da cidade, no sistema porta a porta, em outros a coleta é ponto a ponto, através de ecopontos, pontos de entrega voluntária de vidro, recicláveis e orgânicos, e de ecoilhas, que contém equipamentos para coletar os diferentes tipos de materiais, há ainda a

²² Decheteria é um lugar onde os indivíduos podem levar os resíduos, sobretudo os tóxicos, pilhas e baterias, os volumosos (como móveis e eletrodomésticos) e os pesados (como os resíduos de construção civil), ou seja, tudo que o sistema de coleta convencional não coleta.

coleta mediante solicitação via telefone. Várias estratégias são necessárias para adequar as condições locais, os recursos disponíveis e as exigências dos processos.

Combinar estratégias não parece ser um problema quando se busca compreender a baixa eficiência dos sistemas de logística reversa, o desafio que está colocado é de como fazer os sistemas funcionarem eficientemente, garantido escala, custo e atendendo às demandas sociais e institucionais.

No âmbito institucional, observa-se na recente aprovada Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010), que alguns fabricantes são obrigados a estruturar o seu próprio sistema de logística reversa.

“Estão obrigados a estruturar e implementar sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de: I – agrotóxicos, seus resíduos e embalagens, assim como outros produtos cuja embalagem, após o uso, constitua resíduo perigoso, observadas as regras de gerenciamento de resíduos perigosos previstas em lei ou regulamento, em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama, do SNVS e do Suasa, ou em normas técnicas; II – pilhas e baterias; III – pneus; IV – óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens; V – lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista; e VI – produtos eletroeletrônicos e seus componentes.” (BRASIL, 2010).

Além disso, a política nacional prevê que sejam estabelecidas metas, normas e condicionantes técnicos em Planos de Resíduos e atribui responsabilidades à coletividade, ao poder público e ao setor empresarial. Apesar da importância dos avanços institucionais, uma discussão somente neste nível não avança muito nos problemas práticos: como garantir que os materiais cheguem até os seus respectivos processos de tratamento, segundo os critérios de quantidade e de qualidade requeridos por cada um deles? Para aprofundar nesse problema, os diferentes processos de separação na fonte, de coleta e de triagem serão descritos na primeira parte deste capítulo (item 5.1). Na segunda parte (item 5.2), será feita uma análise dos fatores, econômicos, técnico ambientais e sociais, que determinam a eficiência da logística reversa.

5.1) Etapas da logística reversa

O processo de recuperação dos materiais inclui pelo menos as etapas de coleta e triagem. Quando os materiais são coletados seletivamente, é necessário que os indivíduos promovam a separação na fonte. Caso os materiais sejam coletados convencionalmente (misturados), não é necessário a separação na fonte, porém é necessário um sistema de triagem a posteriori que garanta que os materiais sejam separados. Neste tópico serão caracterizadas as etapas de separação na fonte (item 5.1.1), coleta (item 5.1.2) e triagem (item 5.1.3).

Apesar da análise ser feita por etapa, deve-se observar a coerência entre elas. É comum as pessoas se frustrarem por separar cuidadosamente diferentes tipos de materiais e depois eles serem coletados todos misturados. Ou ainda, empresas implantarem sistemas de coleta seletiva nas suas dependências e depois não terem para onde destinar os materiais, pois não existe mercado para tais materiais, sendo enviados aos aterros. Todas as etapas devem estar equilibradas e os processos antecedentes devem atender aos critérios dos processos subsequentes, propiciando uma eficiência de todo o sistema, não apenas de uma etapa isolada.

5.1.1) Separação na fonte

Para que todo sistema de coleta seletiva funcione é necessário o engajamento dos indivíduos para separar os resíduos. A baixa adesão das pessoas aos sistemas de coleta seletiva e o elevado índice de rejeito desse processo sugere que essa etapa seja determinante na eficiência dos sistemas de coleta seletiva e de recuperação dos materiais. A separação na fonte determina, em parte, a quantidade e a qualidade dos materiais encaminhados à reciclagem.

Os sistemas de coleta seletiva, compostos por regras e dispositivos técnicos, cuidadosamente projetados, pressupõem um modelo de comportamento único dos moradores. Porém, nem as condições efetivas para colocar em prática essas regras e nem os indivíduos são homogêneos²³. Este tópico, dividido em três partes, busca entender a complexidade deste processo.

²³ Para entender as questões relacionadas ao comportamento dos moradores em relação à coleta seletiva, assim como as questões motivacionais, outras disciplinas como psicologia social e organizacional se ocupam disto. O objetivo deste trabalho não é aprofundar nesta questão, mas é abordá-la de maneira suficiente para que se possa entender a complexidade dos fatores que estão relacionados com as baixas taxas de reciclagem.

As pessoas a todo instante se deparam com materiais que não atendem mais as suas necessidades, descartando-os. Esse gesto não é um comportamento automático “*envolve processos de escolhas que eventualmente requerem decisões, um objeto ou produto pode ser mantido ou descartado, pode-se optar por reutilizá-lo, guardá-lo para uso posterior, ou doá-lo a alguém*” (GURGEL, 2009). A partir do momento que se opta pelo descarte, situação frequente na vida moderna, sobretudo, nos centros urbanos, outras questões relacionadas ao como descartar se apresentam. Para compreender melhor essa atividade, foi reservada a primeira parte deste tópico (item 5.1.1.1). Outro aspecto importante é a diversidade, os indivíduos de uma cidade se apresentam nas mais variadas formas e nas mais variadas situações, fator que irá interferir no processo de reciclagem, esse assunto será tratado na segunda parte deste tópico (item 5.1.1.2). Finalmente, no item 5.1.1.3, será discutido a lógica da ação coletiva e os instrumentos políticos e econômicos que interferem na qualidade e quantidade do material que pode voltar ao ciclo produtivo.

Através dessa análise, buscar-se-á responder quais os fatores que determinam a qualidade e a quantidade da separação na fonte; quais os impactos das estratégias de logística reversa na atividade de separação domiciliar; quais são os seus incentivos e os desincentivos.

5.1.1.1) A atividade que antecede a disposição dos materiais nas ruas

A atividade de separação na fonte, como qualquer outra atividade humana, “*dá trabalho*”, isso porque é necessário que as pessoas desenvolvam uma série ações para que a atividade se concretize. A adesão, ou não, das pessoas à coleta seletiva não é dividida em dois pólos isolados, há diversas formas de participar dessa atividade, mesmo que o sistema de coleta seletiva seja o mesmo. Essa seção descreve como se desenvolve a atividade dos indivíduos que está por trás do “fazer a coleta seletiva”, diante do sistema posto.

A tarefa dos indivíduos é separar o lixo, conforme a classificação que lhe é imposta pelo sistema de coleta da coletividade, e dispô-lo da maneira convencional. O ato de dispor constitui-se de, pelo menos, cinco etapas: geração, limpeza, acondicionamento, estocagem e transporte, que envolvem diversos atores, equipamentos e dispositivos, além de temporalidades específicas.

O lixo é gerado nas mais diversas situações e momentos da vida cotidiana e em diversos lugares - cozinha, banheiro, sala, quartos etc.-, seja no interior dos imóveis ou fora deles. Uma vez gerado ele precisa ser acondicionado em algum lugar ou recipiente, que pode estar

facilmente ao alcance dos geradores ou não. Por exemplo, os resíduos recicláveis, como embalagens de produtos de higiene pessoal e tubos de papel higiênico, que são gerados nos banheiros não são frequentemente separados por não conter recipientes de acondicionamento de materiais recicláveis de fácil alcance para acolhê-los.

Antes de acondicionar os materiais recicláveis em recipientes, os indivíduos podem realizar ações complementares, como limpar os materiais removendo contaminantes, embalar, no caso dos vidros quebrados, tirar rótulos, reduzir volume, rasgar/triturar (no caso de papéis com informações sigilosas) ou separar os materiais por tipo. Essas atividades facilitam a estocagem, pois removem possíveis contaminantes que atraem vetores, reduzem a demanda de espaço de estoque e evitam possíveis acidentes, além de facilitar a triagem futura.

Os indivíduos estocam os materiais, no período entre uma coleta e outra, em diversas formas de acondicionamento. Nesse intervalo, os materiais podem ocupar diversos recipientes até chegar ao recipiente final. O primeiro recipiente é chamado de recipiente primário, normalmente são sacolas plásticas presentes no interior de lixeiras ou caixas de papelão (CEMPRE, 2000). Nos recipientes secundários, como lixeiras, contêineres, caçambas, coletores da coleta seletiva etc., os resíduos produzidos individualmente são comumente misturados com os resíduos de outras pessoas. Os recipientes de acondicionamento que estão no interior das moradias e estabelecimento comerciais podem ser de responsabilidade dos geradores, que devem fazer a sua manutenção, ou então de responsabilidade do poder público local ou de empresas contratadas para a realização do serviço.

Determinados tipos de materiais demandam um tipo de acondicionamento diferente. O tipo de recipiente, caso não atenda ao consumidor, pode desfavorecer a separação de materiais. Por exemplo, os recipientes que acondicionam os resíduos orgânicos têm que conter o chorume gerado pela degradação do material, evitando a exposição dos moradores aos constrangimentos de mau odor e sujeira, caso contrário, os moradores serão desestimulados a estocá-los.

O espaço e os equipamentos disponíveis no interior dos imóveis determinam a atividade de separação, as condições e o tempo de estocagem. Por exemplo, no interior dos pequenos apartamentos, a área disponível para armazenamento de lixo é mínima, o que inviabiliza o estoque de materiais por longos períodos de tempo, sobretudo, o orgânico que gera odores desagradáveis e atrai animais e insetos. Ou ainda, nos prédios equipados com dutos de

condução do lixo, hoje em desuso, pode desfavorecer a coleta seletiva, pois o indivíduo não tem uma opção, com a mesma facilidade, para direcionar os materiais recicláveis.

A alternância entre modalidades de coleta, convencional e seletiva, exige que os moradores estoquem, no interior dos imóveis, os resíduos orgânicos no dia da coleta seletiva e vice versa. Neste tipo de sistema os indivíduos têm que conviver com as inconveniências do estoque dos orgânicos, que podem ser mais ou menos controladas.

Uma vez que os resíduos já estão separados, devidamente condicionados e estocados, é necessário que eles sejam transportados até a porta de casa ou até um local de entrega voluntária (LEV).

Os indivíduos conciliam a atividade de separação dos materiais recicláveis com outras atividades realizadas nas mais diversas esferas da vida, seja para o lazer, o trabalho, ou o cuidado doméstico. De acordo com as regras do serviço de limpeza pública, as pessoas devem direcionar os materiais em determinados horários pré-fixados, porém nem sempre elas estão disponíveis no horário da coleta do município.

A disposição dos materiais na rua requer alguns cuidados com relação ao horário, local e intervalo de tempo de exposição, para evitar conflitos com a vizinhança. A exposição do lixo na rua por longo intervalo de tempo favorece o mau odor, o desconforto estético e a ação de animais, que espalham o lixo nas ruas, afetando não somente o morador, mas também o coletivo.

A atividade de limpeza doméstica, incluindo a separação dos materiais, o transporte e o acondicionamento, pode ser feita pelo mesmo indivíduo que o gerou, ou por outras pessoas como o porteiro, a faxineira ou o gari.

A atividade dos indivíduos na separação requer habilidades cognitivas que envolvem tomada de decisão, por exemplo, se determinado material é reciclável ou não, exige também a elaboração de estratégias de transporte, estoque, acondicionamento e disposição, frente ao sistema técnico e de gestão que está colocado. Além das habilidades cognitivas, a separação exige esforço físico de manuseio, transporte e acondicionamento. Essa atividade, como qualquer outra atividade humana, impõe que o indivíduo dispense o seu tempo e sua energia para se dedicar a ela, o que representa um custo para ele, por exemplo, abdicar da atividade de lazer para se dedicar à separação.

No próximo item, iremos destacar alguns fatores que caracterizam a diversidade dos indivíduos (cada qual com a sua história, seus valores e sua cultura, como a população de uma cidade qualquer), e que irão repercutir na qualidade da separação na fonte.

5.1.1.2) Diversidade de situações e variabilidade interpessoais

Quando se analisa o conjunto dos indivíduos e os contextos em que estão envolvidos, depara-se com uma diversidade de situações que caracterizam a separação na fonte. Um indivíduo, que ao mesmo tempo é um morador, um cidadão, um consumidor ou um trabalhador, dispõe esse resíduo de alguma forma, segregado ou misturado, seja no interior das casas, na rua, no trabalho ou em estabelecimentos comerciais. Alguns fatores sociodemográficos ou situacionais podem favorecer mais ou menos a separação domiciliar

Schultz, Oskamp & Mainieri (1995) revisam os estudos empíricos sobre a separação na fonte identificando fatores que interferem no comportamento das pessoas em dois subgrupos: variáveis pessoais (personalidade, dados demográficos e atitudes pró-ambientais) e variáveis situacionais (mobilização, compromisso público, influência normativa, metas, barreiras, distância, sistema de coleta, quantidade de materiais que tem que separar, recompensas e *feedback*). Os resultados indicam que a renda elevada favorece a reciclagem, enquanto que o sexo e a idade não. No geral, a preocupação ambiental parece estar relacionada com a reciclagem somente quando a reciclagem requer um alto grau de esforço. As variáveis situacionais produzem aumentos significativos na reciclagem. No entanto, os autores apontam que os resultados são baseados em avaliações de somente uma variável, desconsiderando as suas interações com as características do ambiente ou da população envolvida.

Em um estudo recente, Gurgel (2009), revisa a literatura apontando alguns motivos para a não participação da população na coleta seletiva:

“a distância dos PEVs, a quantidade insuficiente de reciclável gerado na residência, o processo ser complicado, o reciclável armazenado atrair pestes, acreditar que a atividade é responsabilidade de outras pessoas, não sentir-se apto, não ter espaço para armazenar, não ter o hábito de participar da CS, a não existência da coleta, e não ter tempo para participar” (Gamba & Oskamp, 1994; Guagnano, Stern & Dietz, 1995; Knussen & Yule, 2008; Ojala, 2008; Yule & Knussen, 2000, apud Gurgel).

Nesta pesquisa realizada na cidade de Natal (RN), ela conclui que as redes sociais formada por vizinhos, parentes e amigos são relevantes na adesão da população, mas não as associações de bairros formalmente constituídas. Essas redes são formadas espontaneamente, promovendo o reconhecimento, a aprovação social, a coesão grupal e o contato com outros indivíduos participantes destes programas.

“A pressão social exercida pelas outras pessoas e pela sociedade em geral para que os moradores participem do programa pode ser muito importante para incrementar a participação em programas de coleta seletiva, que também é potencializada via reconhecimento e aprovação social” (NEDER, 1998, apud GURGEL, 2009).

Sobre o tema central da tese de Gurgel (2009), a coleta seletiva ser ou não um comportamento pró-ambiental, ela conclui que as pessoas percebem o benefício ambiental embutido no programa, porém nem sempre essa consciência reflete na prática.

Yau (2010), através de uma revisão da literatura, identifica uma série de fatores determinantes divididos em quatro categorias. A primeira categoria contém as características sociodemográficas, incluindo nível de educação, gênero, idade, renda e tamanho da família. A segunda categoria engloba características da habitação, incluindo a forma e o tamanho da habitação. A localização da unidade de reciclagem representa a terceira categoria. Muitas evidências sugerem que a conveniência é um forte motivador para que os moradores reciclem o lixo. A última categoria é a institucionalização de incentivos econômicos, que é o foco do seu estudo. Sua hipótese é de que sistemas de recompensa promovem a participação dos moradores na reciclagem de resíduos.

Esses estudos comportamentais ajudam a entender as motivações que levam os indivíduos a fazerem coleta seletiva, assim como traçar um perfil das pessoas que separam os resíduos, porém pouco ajuda na formulação de sistemas mais eficientes. Os fatores sociodemográficos ou situacionais são muito genéricos, ao adotarem como modelo explicativo a correlação entre fatores: pessoais/situacionais e a adesão caracterizada de forma dicotômica: sim/não, deixa de lado todas as nuances que caracterizam o comportamento real das pessoas. Assim, como veremos no capítulo 6, entre os aderentes a qualidade da separação é bem diferenciada; por exemplo, os comportamentos podem mudar em dias especiais: festas, feriados, etc.

A separação na fonte, embora seja uma atividade individual, uma análise da sua dimensão coletiva ajuda a compreender o problema como um todo, sendo mais propício para analisar algumas políticas de fomento à coleta seletiva.

5.1.1.3) A eficiência na separação na fonte

Para que um material proveniente do resíduo doméstico seja tratado de forma eficiente é necessário que as pessoas o disponham de maneira adequada. O indivíduo terá um ônus relacionado a atividade de separar, preparar, estocar e transportar o resíduo, isso em um determinado dia e local. O objetivo deste item é discutir os tipos de incentivos que podem motivar ou desmotivar um grupo de indivíduos, moradores de uma cidade qualquer, a fazer a separação na fonte.

Esse indivíduo que nos referimos pode ser um trabalhador preocupado com as condições de trabalho dos companheiros da reciclagem; um contribuinte que calcula na ponta do lápis o seu gasto mensal; um cidadão que responde favoravelmente às chamadas de civismo; um ecologista radical para quem o meio ambiente não tem preço, e assim um grupo de indivíduos, para o qual a implementação da coleta seletiva proverá o benefício coletivo, é formado.

Certamente é diferente o valor que cada um está disposto a “pagar” pelo seu provimento. Certos indivíduos podem guardar uma pilha por muito tempo e transportá-la por longas distâncias até encontrar um local adequado para descartá-las, outros nem lhes pagando certa quantia de dinheiro na porta de sua casa. *“Embora todos os membros do grupo tenham conseqüentemente um interesse comum em alcançar esse objetivo coletivo, eles não têm nenhum interesse comum no que toca a pagar o custo do provimento desse benefício coletivo”* (OLSON, 1999 p. 33).

Da mesma forma, os ganhos individuais que cada pessoa recebe, se o benefício coletivo for provido, é diferente de pessoa para pessoa. Por exemplo, um catador que trabalha na triagem de materiais será mais beneficiado com a melhoria da qualidade da coleta seletiva que um cidadão comum, ou seja, os benefícios individuais que cada um dos usuários do serviço de coleta seletiva irá esperar e receber são diferentes.

Os ganhos ambientais relativos à coleta seletiva são um benefício coletivo que motiva os indivíduos engajados na questão ambiental. Porém, a percepção de benefícios ambientais provenientes da coleta seletiva não é tão evidente.

“O morador sabe que está ajudando de alguma forma, mas não percebe as implicações ambientais imediatamente. Isso pode dificultar o seu engajamento, visto que a maioria das pessoas só se preocupa com o ambiente quando toma conhecimento da interferência dele em suas vidas” (GURGEL, 2009).

Além da diferença do que as pessoas esperam receber e pagar pelo provimento da coleta seletiva, outra característica é que o grupo, o qual a coleta seletiva irá beneficiar, é grande o suficiente para que a escolha pessoal de separar, ou não, não implica em bônus ou ônus para os outros participantes do grupo. Sendo assim, a quantidade que um indivíduo pode contribuir no montante final é muito pequena, gerando, nesses casos, desestímulos nas pessoas. Um grande grupo ainda tem a desvantagem de que os seus membros não conhecem uns aos outros, o que interfere no controle social entre os membros. Segunda Valle, Reis & Menezes (2004), os cidadãos não aderem à coleta seletiva por *“acreditar que sua contribuição individual é muito insignificante quando comparada com a dimensão do problema, assim sua ação não teria efeito prático para a resolução do problema”*.

Alguns sistemas de coleta seletiva são baseados no voluntarismo dos indivíduos, como acontece em Itaúna (caso que será analisado no próximo capítulo). A adesão aos programas de coleta seletiva baseados no voluntarismo de um grande grupo de pessoas é influenciada pelo fato de que os esforços individuais não terão um efeito sensível sobre os resultados da coleta e ele poderá desfrutar de quaisquer vantagens obtidas pelos outros, quer tenha ou não colaborado com o grupo.

“Em um grande grupo no qual nenhuma contribuição individual faça uma diferença perceptível para o grupo como um todo, ou para o ônus ou ganho de qualquer membro do grupo tomado individualmente, é certo que o benefício coletivo não será provido a menos que haja coerção ou alguma indução externa que leve os membros do grande grupo a agirem em prol de seus interesses comuns” (OLSON, 1999 p. 57)

Neste sentido, *“a ação grupal pode ser obtida somente através de um incentivo que opere, como o próprio benefício coletivo, sobre o grupo como um todo, mas de maneira seletiva com relação aos seus membros”* (OLSON, 1999, p. 63). O incentivo seletivo funcionará de forma que os que aderem à coleta seletiva sejam tratados diferentemente daqueles que não aderem. Esses incentivos podem ser positivos ou negativos, ou seja, punir aqueles que não arcarem com a parte dos custos da ação grupal, ou podem ser estímulos positivos para aqueles que agirem pelos interesses do grupo (OLSON, 1999).

Os incentivos seletivos positivos podem ser observados nas políticas em que os indivíduos pagam proporcionalmente pela quantidade de resíduos direcionados para a coleta convencional, mas não pagam pela quantidade que for direcionada para a coleta seletiva. Dessa forma, os indivíduos teriam como incentivo positivo: separar o máximo de resíduos para a coleta seletiva como forma de pagar menos pela gestão de resíduos. Esse sistema de tarifas pode ser observado em algumas regiões da França e da Europa.

Uma outra forma de incentivo seletivo positivo é a remuneração pela destinação correta do material ou produto, o indivíduo receberia uma quantia em dinheiro ou outro benefício material. Esse é o sistema que rege alguns mercados de materiais e produtos usados: os indivíduos vendem seus produtos que não desejam mais, aos comerciantes que os comercializam de segunda mão. Alguns materiais são comercializados de forma bruta, outros precisam passar por um processo de manutenção, outros ainda servirão de matéria prima para algum processo produtivo.

O modelo que funciona na Alemanha é outro exemplo de sistema de incentivo seletivo positivo. Os indivíduos pagam, obrigatoriamente, uma quantia pelo valor da embalagem, embutida no preço do produto. Porém, na compra de outro produto, ele pode descontar o “preço” da embalagem mediante sua devolução.

Outros sistemas podem funcionar com incentivos seletivos negativos, punindo aqueles que não aderirem. Por exemplo, os resíduos que não estão separados, conforme as regras pré-estabelecidas, não serão coletados. Esses indivíduos não são beneficiados pelo sistema de coleta e têm que arcar com as inconveniências dos resíduos em sua porta.

A adesão compulsória é outro exemplo de incentivo negativo, mas não é seletivo uma vez que não trata de maneira diferente aqueles que aderem ao sistema. O poder público, ao promover a

coleta dos resíduos, visa promover um benefício coletivo e os indivíduos produtores de lixo têm interesse que o seu lixo seja recolhido. Um indivíduo racional, diante dessa situação, vai optar por não pagar, pois a sua ação não vai interferir no provimento do benefício. Porém, o serviço tem um custo e precisa ser pago. Se o Estado não pode contar com o voluntarismo para garantir o provimento, então ele terá que instituir impostos compulsórios, como acontece na coleta convencional de lixo.

Os incentivos podem ser materiais ou simbólicos. *“As pessoas algumas vezes sentem-se motivadas também por um desejo de prestígio, respeito, amizade e outros objetivos de fundo social e psicológico.”* (OLSON, 1999, p. 72). Algumas pessoas poderão obter benefícios sociais de aceitação social ao doarem seus materiais aos catadores de materiais recicláveis, por contribuir para a geração de trabalho e renda. Essas pessoas terão recompensas sociais como incentivos seletivos positivos. Mas esse mesmo exemplo pode funcionar como incentivo negativo para outras pessoas, pois elas podem considerar os catadores como agentes que atrapalham o trânsito e prejudicam a limpeza da cidade.

Os incentivos seletivos positivos ou negativos são instrumentos políticos e econômicos que interferem na quantidade e qualidade do material que pode voltar ao ciclo produtivo ou ser devidamente tratado. Mas, além de instrumentos, esses incentivos nos revelam estratégias mais amplas de operacionalizar o fluxo da logística reversa. Na sequência, a etapa de coleta será analisada.

5.1.2) Coleta

Uma vez que os materiais foram dispostos pela população nas ruas, nos locais de entrega voluntária ou em pontos de retorno dos materiais, o serviço de coleta entra em cena. Os custos da coleta são significativos quando se analisam os custos globais²⁴ do fluxo inverso dos materiais; assim, a eficiência desta etapa é crucial na discussão da viabilidade da reciclagem. Além da relevância desta etapa nos custos, é nela que milhares de catadores atuam a fim de garantir a sua sobrevivência não somente no Brasil, mas também em muitos outros países subdesenvolvidos ou em desenvolvimento.

²⁴ Nos custos globais geralmente não incluem os custos referentes à separação na fonte, que são absorvidos pela população.

Este item será dividido em duas partes, na primeira (item 5.1.2.1) serão descritos os diferentes dispositivos técnicos e formas de organização da coleta e, na segunda (item 5.1.2.2), será feita uma análise dos custos da coleta realizada pelos catadores, pelas terceirizadas e pelo poder público municipal.

5.1.2.1) Diferentes tipos de coleta: aspectos técnicos

A coleta pode ser do tipo convencional ou seletiva. A coleta convencional é aquela que os resíduos são coletados de forma misturada, sem que seja feita uma pré-triagem pelos geradores. No interior das residências os indivíduos juntam o lixo, qualquer que seja o tipo, em sacolas ou sacos plásticos e o direciona para um lugar convenionado onde os coletores irão recolhê-lo.

A coleta seletiva é a coleta de resíduos sólidos previamente segregados, conforme sua constituição ou composição. A coleta seletiva pode ser feita de três formas: porta a porta, ponto a ponto ou mista.

Coleta porta a porta

O material é recolhido diretamente nas residências pelos serviços de limpeza pública municipal, por empresas privadas, por catadores ou por outras entidades.

Coleta ponto a ponto

Também conhecida como Pontos de Entrega Voluntária (PEV's) ou Locais de Entrega Voluntária (LEV's), ocorre por meio da participação direta da população que direciona os materiais a contêineres instalados em diversos pontos das cidades. Esse modelo é largamente adotado pelas prefeituras municipais, como meio de oferecer o serviço de coleta seletiva à população, e também é usado pelas empresas na tentativa fazer os seus produtos retornarem. As empresas de produtos eletrônicos, celulares, produtos da linha branca, etc., por exemplo, estabelecem parceria com os varejistas para receberem os seus produtos de volta. Dessa forma, as empresas aproveitam a logística de distribuição para retornar os seus produtos.

Nesse modelo é necessário que as pessoas se desloquem das residências para conduzir o material até os pontos de coleta, o que pode propiciar redução de custos com transporte e facilitar o carregamento do caminhão, pelo fato dos materiais estarem concentrados em pontos

estratégicos. A coleta ponto a ponto de resíduos domiciliares é muito utilizada em locais de difícil acesso aos meios de transporte. O rendimento da coleta, produtividade por habitante, depende da quantidade de contêineres numa determinada região e da mobilização da população. A frequência de coleta tem que ser calculada de maneira que os contêineres não sejam utilizados além da sua capacidade, caso contrário pode acumular resíduos no entorno desses equipamentos. A síndrome NIMBY (“*não no meu quintal*”) se manifesta nesse tipo de coleta, ou seja, a população não deseja que esses equipamentos sejam localizados próximos às suas residências, devido ao acúmulo de sujeira nesses pontos e a outros inconvenientes, como ruído do caminhão de coleta. Além disso, esse tipo de coleta dificulta a adesão de pessoas que possuem dificuldade de locomoção, como cadeirantes e idosos (BALET, 2008).

Observa-se, em alguns casos, que o sistema de coleta ponto a ponto está sendo substituído pelo porta a porta, apesar do seu custo direto ser mais elevado. Por exemplo, em Lisboa, a estratégia de coleta no bairro histórico era o ponto a ponto, devido à dificuldade de acesso às ruas e falta de espaços no interior dos imóveis para armazenar os contêineres. Porém, devido a atos de vandalismo, ao elevado custo de manutenção dos equipamentos e à sujeira acumulada ao redor dos LEVs, a estratégia atual é de substituir a coleta ponto a ponto pela porta a porta.

Coleta mista

É uma estratégia de combinar os dois tipos de coleta, porta a porta e ponto a ponto. Os materiais são coletados porta a porta e concentrados em um ponto estratégico, onde é feita a coleta ponto a ponto. Em Londrina (Paraná), os catadores passam recolhendo os materiais no sistema porta a porta, em alguns bairros, e os direcionam até as bandeiras (locais de estoque intermediário), aonde a prefeitura, equipada com um caminhão, coleta os materiais e os direciona até os pontos de triagem. Esse tipo de coleta permite combinar dois tipos de transporte diferentes e não depende do aporte voluntário dos habitantes. A escolha do ponto de acúmulo de material pode ser complicada pelo efeito da síndrome NYMBY, como já foi mencionado.

A coleta é uma atividade logística. As decisões relacionadas ao estoque, modalidade de transporte e localização determinarão a eficiência do processo. Os custos de transporte e estoque são afetados pela densidade dos materiais e pelo seu potencial de compactação, quanto maior a densidade menor o custo e vice versa. Dessa forma, o transporte dos materiais

provenientes da coleta convencional, por serem mais densos e com maior potencial de compactação, é menos dispendioso que o transporte dos materiais da coleta seletiva.

O sistema de transporte determinará também as condições nas quais os materiais chegarão na etapa subsequente do processo de tratamento de resíduos. Cada sistema de triagem obterá um desempenho diferente dependendo da qualidade do material de chegada. Por exemplo, na triagem manual, o desempenho do processo é inversamente proporcional ao nível de compactação dos resíduos, quanto mais solto o material tiver, melhor o desempenho dos triadores (OLIVEIRA, PARREIRA & LIMA, 2009). Nesse sentido, criam-se interesses divergentes entre as empresas que fazem a coleta, buscando os meios menos custosos e os profissionais da triagem que buscam obter materiais mais puros (BALET, 2008). Estratégias de redução de custos de coleta, como o uso de caminhões compactadores, podem acontecer em detrimento da perda de qualidade do material, prejudicando a eficiência de todo o sistema.

Alguns dispositivos para acondicionar e estocar os resíduos, como contêineres, caçambas, contêineres de lixo adaptadas aos caminhões ou não, entre outros são utilizados como instrumentos de apoio à coleta.

O transporte do material pode ser feito por meio de veículos de tração humana, animal ou mecânica. As características físicas da cidade, como o relevo, a pavimentação e largura das vias urbanas, a intensidade de movimentação de veículos e pessoas, a densidade demográfica, verticalização dos edifícios, vocação econômica (áreas comerciais e residenciais) e características socioeconômicas da população, são elementos importantes para o planejamento da coleta, isso inclui a escolha do tipo de coleta, dispositivos de apoio, meios de transporte, dimensionamento das frotas, elaboração dos roteiros e estabelecimento da frequência e horário. As decisões relativas ao planejamento têm relação direta com a produtividade e com os custos do processo (PARREIRA, VARELLA & LIMA, 2010).

A produtividade da coleta dos catadores que usam carrinho manual é de 300 kg/catador/dia, segundo pesquisa realizada em Londrina (Paraná) (LIMA, R.S., 2007). A produtividade varia com o tipo de material coletado, por exemplo, a quantidade coletada de latas de alumínio varia em média de 2 a 5 kg de latas, por noite, por catador (LIMA, D.R., 2009). Um caminhão compactador carrega aproximadamente 4,2 toneladas em Itaúna (MG).

A qualidade do serviço de coleta seletiva prestado à população, em termos de tipo, abrangência e frequência, influencia diretamente na qualidade da separação na fonte, assim como nos custos de coleta. A imbricação entre essas duas etapas é delicada, a alta frequência e o sistema de coleta porta a porta favorecem a comodidade dos moradores na separação na fonte, ao mesmo tempo que eleva os custos de coleta.

Um outro tipo de sistema de coleta é feito por meio de uma rede subterrânea. Dispositivos de coleta são distribuídos sobre as vias públicas ou até mesmo dentro dos imóveis, interligados a uma rede subterrânea de dutos, deslocando os materiais por sucção. Toda a rede converge para um centro de tratamento, onde os materiais serão recuperados e direcionados à cadeia da reciclagem (BALET, 2008).

Os atores que estão diretamente envolvidos nesta atividade são os catadores informais, as associações de catadores, o poder público municipal e empresas privadas que fazem a coleta e manutenção da frota.

5.1.2.2) Aspectos econômicos e sociais da coleta realizada pelos catadores, poder público municipal e terceirizadas

Sabe-se, conforme vem sendo reiterado em diversos estudos e depoimentos de gestores municipais, que a coleta seletiva é mais dispendiosa que a coleta convencional. Comumente atribui-se à coleta seletiva um custo superior de 3 a 5 vezes ao da coleta convencional²⁵. Embora a proporção exata seja difícil de se estabelecer e os números apresentados nem sempre comparáveis, dadas as diferenças de metodologias e sistemas de apropriação de custos praticados em cada município, a diferença parece ser inquestionável.

O custo da coleta seletiva não é uniforme, ela pode ser diferenciada de acordo com o operador. A coleta seletiva realizada pelos catadores (ACs) se revela mais barata que a coleta

²⁵ Com os dados disponíveis e, principalmente, em função das metodologias de apropriação de custos, é impossível ir além de estimativas em termos de ordem de grandeza. Por isso, estudos sobre coleta seletiva sempre recomendam cautela na utilização dos dados quantitativos para se fazer inferências e generalizações. Em relação ao custo da coleta seletiva, a referência mais usual são os dados divulgados pelo CEMPRE: R\$375,00 por tonelada de material (CEMPRE. Pesquisa Ciclossoft. 2008. Disponível em www.cempre.org.br). O custo da coleta convencional também é variável, porém, por ser um sistema mais estabilizado, pode-se tomar como base o custo médio de R\$80,00/tonelada (IPEA, 2010, p. 20).

realizada pelo poder público local (PPL) e pelas terceirizadas (TERC), segundo uma pesquisa realizada pelo Núcleo Alternativas²⁶ e pelo INSEA, em oito capitais brasileiras (figura 9). Além de ser mais barata, a coleta dos catadores informais não representa custos para o poder público. Mas porque a coleta dos catadores e das ACs é mais barata?

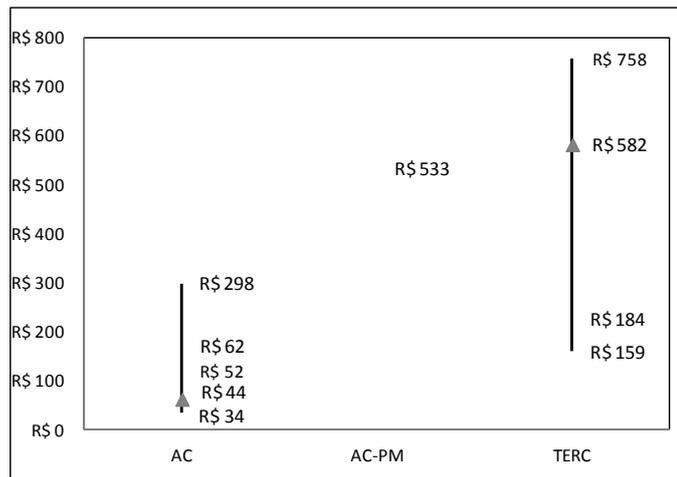


FIGURA 9: Gráfico de dispersão do custo da coleta seletiva de acordo com o operador: AC, AC-PPL e TERC

FONTE: VARELLA *et al.* (2010)

De acordo com essa pesquisa, esses custos são difíceis de serem comparados, pois, por trás desses dados financeiros, existem sistemas de coleta que são muito distintos entre si. Foi elaborado, nesse mesmo estudo, um quadro comparativo dos fatores que diferenciam as coletas operacionalizadas pelas ACs, TERC e PPL.

²⁶ Núcleo Alternativas de Produção da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais (EE-UFGM): desenvolve atividades de ensino, pesquisa e extensão voltados para empreendimentos solidários, identificando suas deficiências específicas e dificuldades para superá-las.

QUADRO 4 – Fatores que influenciam nos custos de coleta realizadas por ACs, TERCs e PPL

	Poder público local	Terceirizada	Associação de catadores
Mão de obra	4 salários mínimos sem impostos	6 salários mínimos com impostos	0,5 – 2,5 salários mínimos
Veículos	Caminhão compactador	Caminhão compactador e caminhão baú	Caminhões, carrinhos e carroças
Seguro dos veículos	Pagam seguro	-	Não pagam seguro
Abrangência (%)	47	0,5 – 100	0,02 – 1,3
Distância percorrida (Km/dia)	58	40-100	2,5-15
Equipe (motorista/coletores)	¼	1/2-1/3	1/2-1/3
Frequência (dias/semana)	3	1-2	5
Índice de rejeito	Índices elevados	Índices elevados	Baixos índices

FONTE: VARELLA *et al.* (2010)

As variáveis descritas no quadro acima contribuem relativamente na elevação ou redução dos custos de coleta. Esses fatores explicam por que os custos da ACs são inferiores aos da terceirizadas e do PPL. A mão de obra dos catadores é mais barata que o dos coletores das terceirizadas e do PPL. Quando são utilizados carrinhos como meios de coleta, aumenta a importância relativa dos custos de mão de obra, o que reduz ainda mais o custo da coleta dos catadores.

A abrangência da coleta dos catadores é menor e geralmente é realizada nos centros comerciais ou nos grandes geradores, o que reduz o custo do sistema por tonelada coletada. Esse fato justifica também a elevada frequência de coleta das ACs. A coleta realizada por empresas terceirizadas é porta a porta e são coletados em locais menos produtivos.

Dada a complexidade e heterogeneidade dos sistemas existentes em cada município, não é possível fazer comparações conclusivas quanto à eficiência global de cada sistema. Porém, algumas conclusões de natureza mais específica se impõem:

1. a taxa de rejeito é bem inferior nas associações de catadores, o que se explica tanto pela capacidade de mobilização quanto pela logística de coleta: grandes geradores, sistema porta a porta, frequência diária de coleta;
2. a ampliação do sistema de coleta seletiva, por exemplo, quando tende à universalização do serviço, implica em perdas de qualidade do material, elevando o custo de coleta, revelando dificuldades de organização logística e de gestão dos serviços;
3. a redução dos custos depende da utilização de sistemas multimodais, que assegurem a ramificação do serviço com otimização de meios de transporte pesado como caminhões e redução das equipes de coleta.

As análises mostram que custos da coleta seletiva são fortemente dependentes da escala, de modo que geram efeitos singulares. Como todo sistema de trabalho intensivo, o custo operacional cresce juntamente com a ampliação da escala e com a mão de obra empregada, o que representa uma vantagem para os sistemas de coleta realizadas por associações de catadores, que incorrem em menos custos com os associados. Ainda, o investimento em tecnologia, sistemas de transporte, se faz por unidades discretas, em torno de quantidade de roteiros que um caminhão consegue cobrir, limitando economias de escala quando se investe em equipamentos de transporte. Economias de escala ocorrem apenas com mão de obra indireta, quando se utiliza uma mesma equipe técnica para ampliar os serviços, o que onera bastante os custos globais quando a escala é pequena.

Por outro lado, o aumento de escala pode significar uma ampliação da coleta para áreas onde a produção de materiais recicláveis seja menor, assim a quantidade coletada por distância percorrida deve cair com a universalização, ocasionando uma deseconomia de escala.

Na coleta seletiva, as associações de catadores contam com a vantagem de potencializar outros ganhos indiretos. A inserção dos catadores como prestadores de serviços de coleta seletiva é uma forma de ampliar a atuação dos catadores na cadeia produtiva da reciclagem que pode contribuir para aumentar a produtividade da triagem ao aumentar a quantidade e melhorar a qualidade dos materiais que chegam às associações de catadores, considerando a experiência em mobilização social e criação de vínculos sociais dos catadores com a população.

Outro efeito observado com a ampliação da coleta seletiva é a sua repercussão nos custos da coleta convencional. Os custos globais da coleta seletiva e da coleta convencional tendem a aumentar com a ampliação da coleta seletiva, ou seja, a economia de escala da coleta seletiva gera deseconomia de escala da coleta convencional. Segundo o estudo desenvolvido por Stevens (1994, apud PORTER, 2005)²⁷, quanto maior a porcentagem reciclada menor o custo da coleta seletiva por tonelada e maior o custo da coleta convencional (tabela 5).

TABELA 5

Evolução do custo da coleta convencional, da seletiva e a média, de acordo com a abrangência da coleta seletiva

Porcentagem reciclada	Coleta convencional	Coleta seletiva	Média por peso
0 – 9%	51	343	65
10-19%	64	123	73
>20%	79	112	88

Fonte: Stevens (1994, apud PORTER, 2005)

O aumento dos custos de coleta para o poder público com a implementação de sistemas de coleta seletiva desencoraja os gestores. Todavia, é importante considerar que apesar de gerar custos relevantes para as prefeituras e para os catadores, na etapa de triagem, os materiais adquirem valor, gerando também receitas para os diversos atores, como será visto no próximo tópico.

5.1.3) Triagem

O sistema de triagem é a última etapa da logística reversa antes dos materiais serem destinados às indústrias recicladoras. A triagem dos materiais pode assumir diferentes formas, de acordo com o tipo de coleta que é estabelecido e os materiais que se deseja separar. O esquema abaixo mostra, de maneira sintética, diferentes tipos de triagem variando com o grau de mecanização do processo e de separação na fonte do material:

²⁷ Este estudo foi realizado em 60 cidades dos EUA que possuíam sistemas de coleta seletiva.

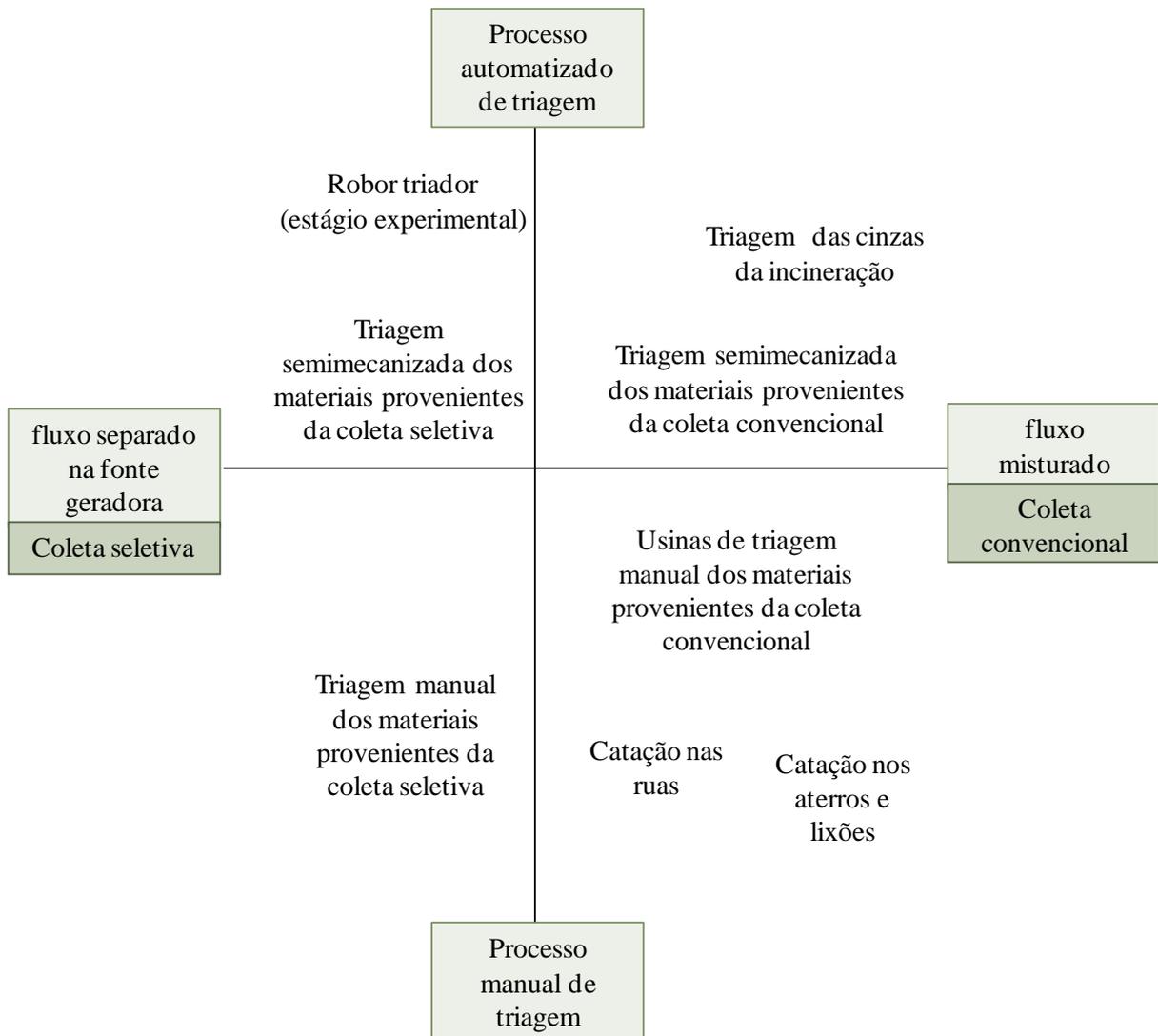


FIGURA 10: Esquema simplificado de sistemas de triagem variando com o grau de separação dos materiais e com o grau de mecanização do processo

Fonte: Adaptado de Bertolini (2005)

A etapa de triagem é uma etapa de transição entre a coleta e a reciclagem, propriamente dita. O sistema de triagem é necessário em função da demanda dos processos industriais. É nessa etapa que os materiais podem adquirir valor de troca, sendo assim, alguns sistemas de triagem se pagam e, outros, precisam de subsídios públicos.

A partir desse modelo proposto por Bertolini (2005), figura 10, é possível traçar algumas tendências de custos, escala de produção e inserção social. Os processos manuais são menos onerosos, a qualidade do material triado é elevada e absorve maior número de trabalhadores, em contrapartida a escala produtiva é pequena. Os processos mecanizados, pelo contrário, são

mais onerosos, absorvem menor número de trabalhadores, a qualidade da separação é pior, mas a escala é elevada.

Nos subitens subsequentes, os diferentes sistemas de triagem serão analisados, eles serão divididos em dois grandes grupos: os processos que não precisam, necessariamente, de separação na fonte (item 5.1.3.1) e os processos que dependem da separação na fonte (item 5.1.3.2).

5.1.3.1) Sistemas de triagem dos resíduos sem necessidade de separação na fonte

Foram levantados quatro sistemas de triagem que acontecem sem a separação na fonte: triagem dos catadores informais, usinas de triagem, sistemas semimecanizados e triagem das cinzas de incineração. Os processos são diferenciados pelo grau de mecanização e pela escala de produção.

Triagem dos catadores informais

Os materiais misturados, após serem dispostos na rua ou nos lixões e aterros, podem ser triados e coletados pelos catadores informais. Esses trabalhadores separam do lixo, somente os materiais que “compensam”, sob essa expressão esconde-se uma lógica complexa está relacionada com a minimização dos custos (fadiga, esforço de separação e transporte, manutenção do carrinho) e maximização da receita-prioridade para os materiais que tem maior valor de revenda.



FIGURA 11: Esquema da triagem dos catadores informais

Esse sistema de triagem não pressupõe um sistema de coleta seletiva, embora, em alguns casos, observa-se que os catadores estabelecem vínculo social com os geradores, fornecendo um serviço regular, em que os doadores promovem uma separação na fonte, podendo ser denominada de coleta seletiva. Esse vínculo com os moradores permite melhorar a qualidade do material coletado (OLIVEIRA, PARREIRA e LIMA, 2009). No caso em que esse fenômeno não ocorre, algumas inconveniências podem ocorrer, por exemplo, os catadores, ao

separar os materiais recicláveis que estão misturados com lixo, podem abrir os recipientes de acondicionamento e espalhar o lixo nas ruas.

Esta atividade não produz rejeito no processo, pois são selecionados somente os materiais que têm valor econômico, aqueles que irão prosseguir na cadeia da reciclagem. A escala desse sistema de triagem é baixa.

Os catadores arcam com custo da triagem, que é composto basicamente pela sua força de trabalho, embora em alguns casos haja custos referentes a depreciação e manutenção dos carrinhos e outras ferramentas de trabalho, *bags* e facas. Não existe nenhum ônus para o poder público, ao contrário, são poupados dos cofres públicos os custos de coleta e aterragem desses materiais.

Usinas de triagem de resíduos domésticos

Uma usina de triagem de resíduos possui uma estrutura formada por um silo e uma esteira rolante, na qual os trabalhadores separam manualmente os materiais recicláveis e os materiais orgânicos. Esse sistema de triagem dispensa a coleta seletiva, da mesma forma como os materiais são recolhidos pela coleta convencional, eles são processados. A base manual do processo favorece a geração de trabalho e renda, porém expõe os trabalhadores a condições precárias de higiene.



FIGURA 12: Esquema das usinas de triagem

A história dessas usinas, na Europa, remonta ao final do século XIX, com unidades construídas em Budapeste e Munique e no Brasil, onde há indícios da existência de usinas como essas, em 1930, em São Paulo, Curitiba e Petrópolis (EIGENHEER, FERREIRA & ADLER, 2005). Na década de 1980, o BNDES passou a financiar usinas de reciclagem e compostagem por todo país. O fracasso dessas experiências é evidente, segundo Eigenheer, Ferreira et Adler (2005) “*a exequidade do modelo esbarrou tanto nos custos como a qualidade dos produtos gerados, sem falar em dificuldades operacionais e de mercado*”.

A qualidade dos materiais recuperados por esse sistema de triagem, tanto os orgânicos quanto os recicláveis, é baixa. O composto é rejeitado pelos agricultores e os materiais recicláveis não são bem aceitos pelas indústrias (EIGENHEER, FERREIRA & ADLER, 2005).

Com relação aos custos, apesar de ser baixo, por não precisar de um sistema de coleta seletiva, a receita proveniente da venda dos materiais não é suficiente para arcar com os custos do processo, sendo necessários subsídios públicos. Segundo Eigenheer, Ferreira et Adler (2005), enquanto a Comlurb gastava US\$5,5/t para dispor o lixo no aterro sanitário, as usinas consumiam entre US\$15/t a US\$30/t.

Triagem mecanizada dos resíduos domésticos

A triagem mecanizada compreende diferentes equipamentos, que podem ser conjugados com a separação manual, dispostos em função dos materiais que se deseja separar. Para ilustrar esse sistema de triagem será apresentado um esquema de triagem mecanizado projetado para substituir o atual Centro de tratamento de Ivry - Paris (*Centre multifilière à Ivry-Paris XIII*). Este Centro será transformado em um Centro de valorização orgânica e energética, terá uma unidade de triagem mecânica dos resíduos provenientes da coleta convencional, com capacidade estimada de processar aproximadamente 600.000 t/ano. O processo de triagem consistirá em separar a parte perecível dos resíduos (490.000 t/ano), que será encaminhada ao processo de metanização para produzir energia e composto, sobre a Fração Combustível Residual - FCR (110.000 t/ano), será queimada em um incinerador, para produzir também energia.



FIGURA 13: Esquema da triagem semimecanizada dos resíduos domésticos

Os equipamentos de triagem mecânica presentes no projeto são: ciclones que dividem os materiais em diferentes granulometrias, separando a fração orgânica da fração seca; as mesas densiométricas que separam os materiais planos dos materiais volumosos; os separadores ópticos que separam os diversos tipos de plásticos; os separadores magnéticos que separam os metais; e a separação por corrente de Foucault que separa os metais não ferrosos. Os

equipamentos que separam os metais ferrosos e não ferrosos permitem uma boa qualidade de separação, porém os outros não permitem alcançar níveis satisfatórios. O sistema de triagem de Ivry está em projeto, dessa forma não há como fazer uma análise mais aprofundada da qualidade da separação, porém, na literatura, são recorrentes as críticas. A qualidade da separação da fração biodegradável, para um possível aproveitamento na compostagem ou na metanização, não apresenta índices satisfatórios, apesar da alta produtividade do processo, segundo Bertolini (2005). Nos debates públicos que foram realizados para discutir o novo projeto de Ivry, quase todas as associações e entidades destacaram a má qualidade da separação e conseqüentemente do composto que será gerado (SYCTOM, 2009).

Triagem das cinzas da incineração

As cinzas provenientes do processo de incineração são ricas em metais ferrosos e não-ferrosos. Esses materiais podem ser separados do restante das cinzas através de separadores magnéticos e da corrente de Foucault.



FIGURA 14: Esquema da triagem das cinzas da incineração

Esse processo é todo mecanizado e os materiais separados estão livres de contaminantes (restos de alimentos, tinta, rótulos), eliminados no processo de incineração, o que melhora a qualidade dos metais para os recicladores. No incinerador de Lisboa, foram gerados, no ano de 2008, 87.549 Kg de escórias, dos quais foram extraídos 967 Kg de metais não ferrosos e 2.276 Kg de metais ferrosos (Valorsul, 2009).

5.1.3.2) Triagem dos resíduos provenientes da coleta seletiva

Os materiais provenientes de um sistema de coleta seletiva podem precisar de outro processo de triagem mais detalhado antes de ser direcionado para a indústria da reciclagem. Qualquer tipo de material pode ser coletado seletivamente (vidro, matéria orgânica, papel, plástico etc.) ou em grupo de materiais (todos os resíduos secos, por exemplo). No caso da coleta seletiva de resíduo seco, pode ser necessário separar os diferentes tipos de papeis: papel branco, pardo,

papelão papel jornal, etc., de plásticos: PET, PEAD, PEBD, PP, os metais, os alumínio e os outros materiais que podem ter alguma destinação mais específica. Embora existam diferentes tipos de triagem, eles foram classificados em três tipos, diferindo pelo grau de mecanização e pela escala produtiva.

Triagem manual dos resíduos provenientes da coleta seletiva

Os processos manuais de separação, como acontecem nas Associações de Catadores, podem ser feitos em bancadas, com ou sem silos, em esteiras ou mesmo no chão. A atividade dos triadores consiste em identificar os materiais e dispô-los em recipientes específicos.



FIGURA 15: Esquema da triagem manual dos resíduos provenientes da coleta seletiva

A experiência do triador, o leiaute do espaço, o tempo dedicado a atividade de triagem, a motivação do triador, a qualidade e características dos materiais e a quantidade de rejeito foram identificados como os principais determinantes da produtividade no setor de triagem (LIMA & OLIVEIRA, 2010). Segundo estudo estatístico feito por Pinto (2006) na ASMARE, a produtividade de uma triadora varia de 22 Kg/h a 32 Kg/h, segundo sua habilidade e de 7 a 32 Kg/h segundo a origem do material (coleta seletiva da prefeitura, com rejeito de 40%, ou coleta mecanizada da ASMARE, com 5 % de rejeito).

Esse tipo de sistema geralmente não representa custo para o poder público, embora parte dos custos de algumas AC's é subsidiado pelas prefeituras. A renda proveniente da venda dos materiais cobre os custos do processo.

Triagem semimecanizada da fração seca dos resíduos domésticos:

A triagem semimecanizada da fração seca dos resíduos é composta basicamente pelos mesmos equipamentos da triagem semimecanizada dos resíduos domésticos. A triagem manual é conjugada com a mecânica para separar os materiais para os quais não existem

tecnologia de separação ou que o sistema mecânico falhou. O processo de triagem manual é realizado sobre as esteiras, similar ao processo descrito acima.

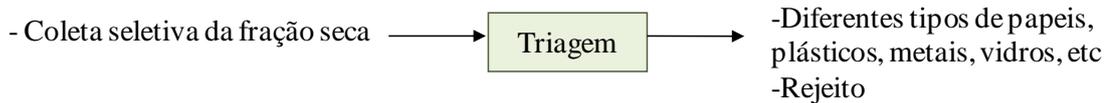


FIGURA 16: Esquema da triagem semimecanizada da fração seca dos resíduos domésticos

As tecnologias de separação são diversas, dessa forma, para ilustrar esse sistema de triagem, será caracterizado o processo de triagem utilizado em Lisboa (Portugal).

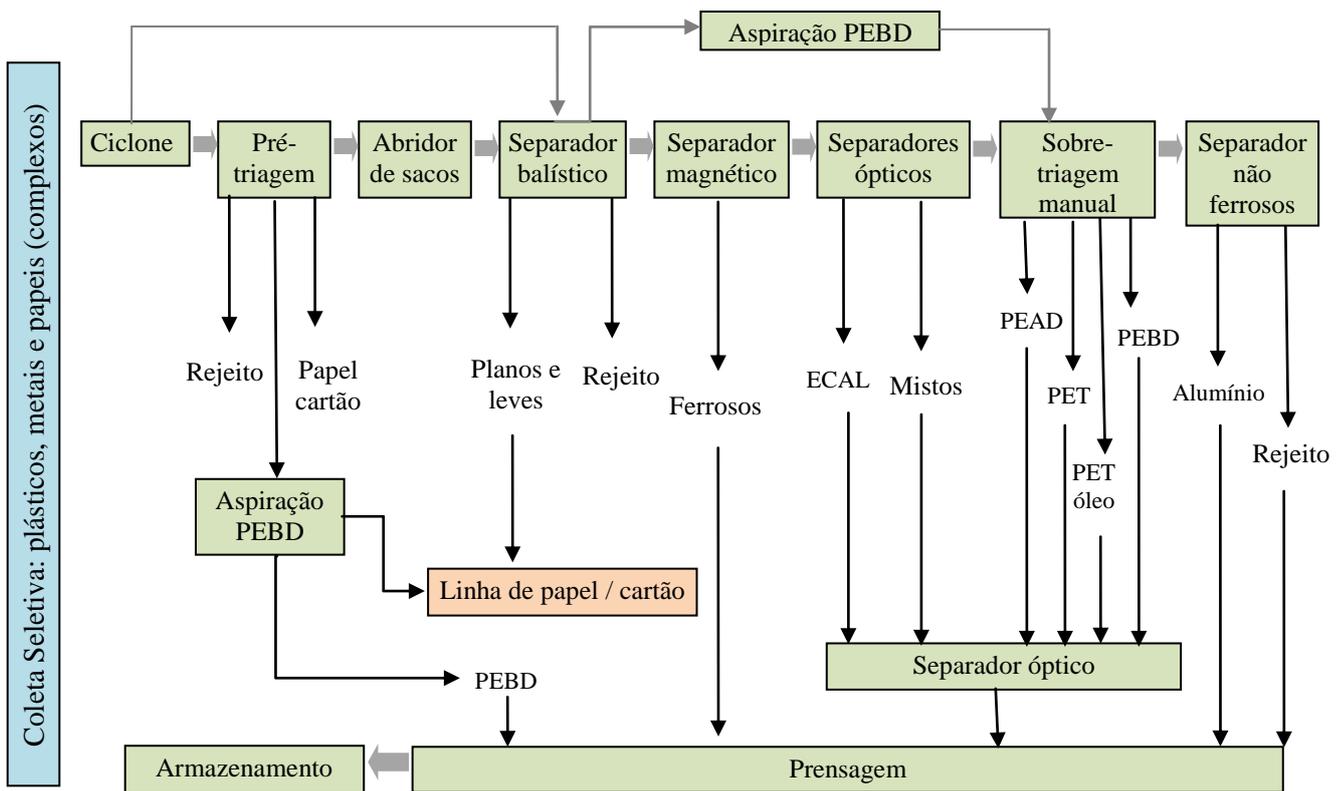


FIGURA 17: Fluxograma do sistema de triagem semimecanizado de Lisboa - Portugal

No ciclone, os resíduos volumosos como garrafas PET's, papelões e sacos plásticos seguem para o abridor de sacos e para a pré-triagem, os materiais com diâmetro inferior a 180 mm seguem diretamente para o separador balístico. No abridor de sacos, os sacos são rasgados por um tambor rotativo com lâminas. No separador balístico, são separados os materiais rolantes,

dos materiais planos, além disso, os materiais com diâmetro inferior a 60mm caem pelos orifícios das placas e são considerados refugo do processo. No leitor óptico, os materiais são identificados de acordo com sua composição química. Na triagem manual, os contaminantes são retirados manualmente. Neste processo adotado em Lisboa, a produtividade do sistema de triagem é de 4,5 t/hora (VALORSUL, 2009).

Dependendo do processo mecânico escolhido, os rejeitos do processo modificam. Por exemplo, em Lisboa um papel com uma dimensão inferior a 60 mm é considerado rejeito, embora tecnicamente possa ser reciclado.

Sobre-triagem:

Os materiais, que já são separados na fonte tal como serão processados, podem precisar de passar por um outro processo de separação mais fina para que os contaminantes possam ser removidos.



FIGURA 18: Esquema da sobre-triagem

5.2) Fatores que influenciam na logística reversa

A viabilidade da logística reversa é crucial para que a reciclagem ocupe um lugar expressivo no interior dos sistemas de GRSU. Nas três etapas da logística reversa analisadas neste tópico (separação na fonte, coleta e triagem) várias questões de natureza técnica ambiental, social e econômica se apresentaram nas diversas alternativas tecnológicas. Cada processo possui seus prós e contras, que, em determinadas situações, se sobrepõem uns aos outros. Porém, de uma maneira geral, a baixa eficiência da logística reversa está relacionada ao elevado índice de rejeito, ao elevado custo, à incipiência das alternativas tecnológicas, às precárias condições de trabalho e à baixa mobilização da população.

A separação na fonte determina a quantidade e qualidade dos materiais que irão abastecer os processos subsequentes. Os indivíduos, provedores da separação na fonte, além de aderirem ao sistema, têm que realizar a atividade de forma adequada. O trabalho relativo à separação é determinado pelo sistema técnico, que condiciona a atividade dos indivíduos. Sendo assim, o sistema, em termos de tipo de coleta, frequência, horário, abrangência, quantidade de materiais que devem ser separados e conjugação com a coleta convencional, podem favorecer a adesão da população e a qualidade da separação. Porém, o valor que cada pessoa está disposta a pagar e a receber pelo provimento da coleta seletiva é diferente. Incentivos morais e financeiros podem ser criados de forma que sejam beneficiados os que aderem à coleta seletiva e sejam punidos os que não aderem.

Um sistema de coleta seletiva confortável para a população, ou seja, com elevada frequência, ampla abrangência e sistema porta a porta, pode significar elevado custo de coleta. Contudo pode compensar se for considerada a redução do índice de rejeito, o que implica na minimização de custos com o transporte e triagem. A eficiência do processo de coleta, pela sua relevância nos custos globais de logística reversa, é crucial para analisar a viabilidade da reciclagem. O modal de transporte, a equipe de coleta, assim como as definições do sistema técnico, citadas acima, são determinantes nos custos.

Os processos semimecanizados de coleta e triagem aumentam a produtividade quando comparados aos processos manuais. Por outro lado, os processos manuais de separação permitem que materiais considerados como rejeitos nos processos semimecanizados, sejam recuperados. Além disso, do ponto de vista social, a coleta e triagem manual absorvem maior quantidade de mão de obra que os processos mecanizados, mas com postos de trabalho mais insalubres.

Os catadores atuam, sobretudo, na coleta informal e na triagem dos materiais recicláveis. Essa condição se reflete na posição relativamente desfavorável dos catadores, que constituem o elo da cadeia produtiva com menor arrecadação. O sistema de coleta e triagem dos catadores apresenta três limitações importantes: 1) remuneração baixa dos catadores; 2) falta de equipamentos e 3) abrangência reduzida da coleta seletiva.

Quando se questionam os processos a partir de um ponto de vista econômico, deve-se levar em conta que o processo de logística reversa ainda é uma tecnologia nova, em processo de desenvolvimento. Não é possível comparar tecnologias e processos em graus de

desenvolvimento e maturidade diferentes, sem se incorrer no erro metodológico de se tomar o estado ou forma atual pelo potencial de uma alternativa ainda nascente e em desenvolvimento. Nesse sentido, comparar o custo logístico de uma coleta convencional com o custo de uma logística reversa não parece razoável, fato que acontece frequentemente nas indústrias inovadoras. A logística reversa experimenta uma ascensão na curva de aprendizagem e rápida redução nos custos unitários (ACKERMAN, 2005). Esse mesmo autor destaca que o processo de inovação ainda não foi completado, assim análises de custos estáticos da logística reversa não abrangem a possibilidade de redução dos mesmos.

Essas considerações ajudam a refletir nos limites e nas possibilidades dos processos de logística reversa. No próximo item iremos aprofundar na complexidade desses sistemas, a partir de um estudo de caso de uma situação real.

CAPÍTULO 6

COLETA SELETIVA E TRIAGEM: REVIRANDO O SISTEMA DE LOGÍSTICA REVERSA PARA EXPLICAR O REJEITO

O elevado índice de rejeito no processo de triagem dos materiais recicláveis proveniente da coleta seletiva do município de Itaúna (MG)²⁸ foi o ponto de partida para se compreender o sistema de logística reversa como um todo. O rejeito é consequência de circunstâncias presentes em várias etapas do processo de recuperação dos materiais, da separação na fonte até a triagem. A partir do estudo de caso revelou-se uma ampla gama de fatores de natureza técnica, que afetam diretamente a quantidade e qualidade de materiais reciclados e, indiretamente, os custos do sistema, a arrecadação e as condições de trabalho dos catadores.

Diferente do contexto da maioria das cidades brasileiras, em que 50,8% dos municípios utilizam lixões como forma de disposição dos resíduos sólidos urbanos e apenas 17% operam programas de coleta seletiva (IBGE, 2010), Itaúna redireciona para a cadeia da reciclagem aproximadamente 14% dos resíduos domésticos e o restante é encaminhado para um aterro sanitário, conforme tabela 6.

TABELA 6

Quantidade total de resíduos encaminhados para a reciclagem e para o aterro em Itaúna/MG

	Aterro	Reciclagem
Coleta formal (t)	1377	93
Coleta informal (t)	16	134
Total (t)	1393	227
Total relativo (%)	86%	14%

Fonte: Prefeitura Municipal de Itaúna/MG (2010),
Coopert (2010) e Intermediário (2010)

²⁸ O município de Itaúna possui 85.838 habitantes, está localizado a 82 quilômetros de Belo Horizonte, na macrorregião do centro-oeste do estado de Minas Gerais (IBGE, 2010).

Apesar dos avanços do município em relação à Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos, a coleta seletiva apresenta um elevado índice de rejeito. Segundo um estudo gravimétrico²⁹, realizado por Moura (2009), os resíduos provenientes da coleta convencional e seletiva de Itaúna apresentam-se da seguinte forma:

TABELA 7

Caracterização dos materiais provenientes da coleta convencional e da coleta seletiva no município de Itaúna (MG)

Resíduo molhado	Resíduo seco
Matéria orgânica 54,10%	Materiais não recicláveis 43,60%
Materiais recicláveis 17,60%	Papel/papelão 25,70%
Contaminante biológico 15,00%	Plástico mole 14,00%
Trapos e panos 5,60%	Plástico duro 7,90%
Diversos 4,90%	Metal 3,30%
Contaminante químico 1,70%	Vidro 2,70%
Entulho 1,20%	Embalagens longa vida 1,60%
	Borracha e couro 1,00%
	Isopor 0,30%
Total reciclável 18%	Total reciclável 57%
Total não reciclável 82%	Total não reciclável 43%

Fonte: Moura (2009)

A coleta seletiva é operacionalizada por uma empresa terceirizada e a prefeitura planeja, fiscaliza e repassa o recurso financeiro para essa empresa. Os materiais coletados são encaminhados para a Coopert, responsável por triar e encaminhá-los para a cadeia da reciclagem. Segundo o estudo gravimétrico citado acima (MOURA, 2009), o rejeito do material proveniente da coleta seletiva de Itaúna, antes da triagem dos materiais, é de 43%³⁰.

²⁹ O estudo gravimétrico foi baseado na NBR 10007/2004, norma que especifica os procedimentos de amostragem de resíduos.

³⁰ Esses dados devem ser tomados com cautela, pois eles indicam a quantidade de material com potencial reciclável presente na lixeira, mas não o índice real de material que será reciclado, ou seja, os materiais que são efetivamente aproveitados no processo de triagem.

A base do trabalho na Cooperativa é manual, dessa forma, quanto mais rejeito, mais tempo se perde para separar o material bom, reduzindo a produtividade do processo de triagem. Além disso, o rejeito contamina outros materiais, reduzindo a sua reciclabilidade, e expõem os trabalhadores a condições precárias de higiene. Quando se analisam os dados do processo de produção da Coopert, percebe-se que o índice de rejeito é ainda mais elevado do que os resultados obtidos por Moura (2009). Para estimar o índice de rejeito, é necessário considerar que a cooperativa processa não somente os materiais provenientes do sistema de coleta seletiva da prefeitura, mas também os materiais da Ascaruna³¹ e de um sistema de coleta da própria Coopert, que apresentam um índice de rejeito insignificante. Sendo assim, a proporção entre a quantidade de materiais que a cooperativa comercializa e o que a empresa terceirizada coleta é de aproximadamente 20%³², os 80% restantes são considerados rejeito do processo, conforme a figura abaixo.



FIGURA 19: Entradas e saídas do processo de triagem da Coopert / Itaúna – MG

Antes do sistema atual, já houveram duas tentativas de implantação da coleta seletiva na cidade (a primeira foi em 1999), porém problemas técnicos, assim como o elevado índice de rejeito, ainda persistem. Um resgate histórico, buscando entender os diversos sistemas já implantados no município e os seus fracassos, será feito na primeira parte deste capítulo (item 6.1).

Para além desse relato da história da coleta seletiva no município, o processo atual será analisado com mais rigor. Considerando os dados levantados no estudo gravimétrico sobre o índice de rejeito, se o material chega na Coopert com 43% de rejeito e, depois de processado,

³¹ Ascaruna é uma Associação, cooperada da Coopert, que intermédia materiais dos catadores informais da cidade. Todo o material comprado pela Ascaruna é comercializado pela Coopert.

³² Essa proporção foi calculada da seguinte forma: quantidade de materiais triados (115t/mês), subtraído a quantidade de materiais coletados pela Ascaruna e pela Coopert (22t/mês), dividido pela quantidade de materiais coletados pela empresa terceirizada (470t/mês).

o rejeito aumenta para 80%, conclui-se que 37% do rejeito proveniente da coleta seletiva advém do processo de triagem e os 43% restantes estão relacionados às etapas anteriores a triagem. Ou seja, a fotografia feita pela caracterização dos resíduos em ponto fixo da cadeia, apenas fornece um dado cuja explicação nos obriga a investigar eventos anteriores e posteriores: a fotografia nos leva a fazer um filme que começa no interior das moradias³³.

Os materiais recicláveis percorrem um longo caminho dos geradores até o processo de triagem. Em diferentes etapas, os materiais vão sendo aglomerados e separados, adquirindo características distintas, em termos de volume, massa, propriedades físicas, químicas e, também, de índice de rejeito. Em relação ao índice de rejeito, o material da coleta seletiva da prefeitura pode sofrer contaminação em pelo menos cinco etapas, representadas na figura 20.

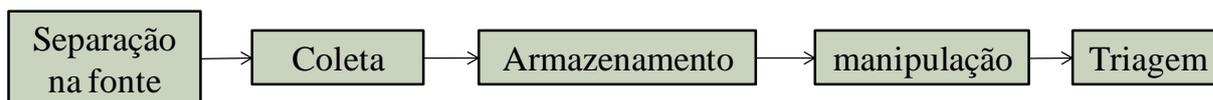


FIGURA 20: Fluxograma parcial da cadeia da reciclagem, de acordo com as etapas que os materiais sofrem contaminação

A baixa qualidade do material pode ser devido a materiais que não são recicláveis, que estão misturados com os recicláveis, ou aos próprios materiais recicláveis que pela sua aderência, sujidade³⁴ ou nível de mistura³⁵ diminua a reciclabilidade e triabilidade³⁶. Ao longo dos itens 6.2, 6.3, 6.4, 6.5 e 6.6, serão discutidos os fatores que contribuem para a contaminação dos materiais, conseqüentemente para a elevação do índice de rejeito da coleta seletiva, em cada uma dessas etapas.

³³ A rigor deveríamos ir mais longe, sair do consumo e entrar na produção de embalagens, marketing e processos de venda. Ainda que faltem os detalhes, essa visão geral das relações produção/circulação/consumo foi apresentada no capítulo 2.

³⁴ Sujidade: materiais sujos de terra e de restos de alimentos.

³⁵ Nível de mistura está relacionado com a dispersão dos materiais recicláveis no interior do material bruto. Por exemplo, quando os materiais recicláveis estão dentro de uma mesma sacolinha plástica, eles não estão misturados com os outros resíduos.

³⁶ Triabilidade: potencial de triagem real de um material

A baixa eficiência do sistema de recuperação de materiais, revelada neste estudo de caso, reduz a quantidade de materiais que será reciclada e, conseqüentemente, a receita proveniente da triagem dos materiais. Contudo aumenta o dispêndio de recursos produtivos utilizados para processar o rejeito, elevando os custos de produção. Assim, o custo unitário é elevado e a receita reduzida, comprometendo a viabilidade da coleta seletiva.

6.1) História da coleta seletiva no município

A coleta seletiva foi implantada pela primeira vez no município de Itaúna em 1999, por iniciativa da prefeitura municipal, que contou com o apoio da recém formada Coopert. Ao longo dos 11 anos de história³⁷ da coleta seletiva, registram-se três grandes marcos, nos quais o sistema mudou de configuração.

No primeiro sistema de coleta seletiva implantado no município em 1999, a coleta era operacionalizada e gerida pela prefeitura e os materiais eram destinados à Coopert. A coleta, feita em um caminhão caçamba da prefeitura, abrangia o centro da cidade, no sistema porta a porta, com frequência diária e os coletores eram funcionários públicos. Os moradores dispunham o material seco em sacos azuis e o molhado em sacos pretos, sendo que a própria população era responsável por providenciar essas embalagens. Os sacos azuis eram coletados pelo caminhão da coleta seletiva e os pretos pelo caminhão da coleta convencional que circulavam todos os dias. A coleta convencional era feita por uma empresa terceirizada.

Houve, nesta época, a divulgação da coleta seletiva com uma semana de mobilização da população, em que os catadores e técnicos da prefeitura realizaram eventos em praças, na Câmara Municipal e nas principais avenidas da cidade. No começo, a coleta seletiva funcionava bem, mas aos poucos o sistema parou de funcionar até que, em 2002, a Coopert processava o material “quase que *in natura*” (cooperada fundadora da Coopert), ou seja, com características semelhantes ao da coleta convencional. Essa situação levou à insatisfação da população do entorno da Coopert, da própria cooperativa e do poder público.

O INSEA e a Pastoral de Rua, entidades que assessoram os catadores, juntamente com a ASMARE, acompanharam a Coopert ao longo deste período (1999-2002). Essas entidades assessoraram as negociações da Coopert com a prefeitura para a implantação de um novo modelo de coleta seletiva. O planejamento do novo sistema e a sensibilização da população e

³⁷ A análise da experiência foi realizada em 2010, ou seja, 11 anos após a primeira tentativa de implantação da coleta seletiva do município.

do poder público durou cerca de dois anos. É importante ressaltar que nesta mesma época, em 2002, nascia o Movimento Nacional dos Catadores (MNCR), apoiando a organização dos catadores em cooperativas e fortalecendo a articulação entre os catadores, as entidades de apoio e o poder público municipal. A Coopert se engajou no movimento desde a sua criação. No dia 20 de junho de 2002, foi lançado um novo sistema de coleta seletiva, com características gerais que persistem até hoje. A coleta é realizada no sistema porta a porta, com frequência de três vezes por semana, em dias alternados com a coleta convencional. Nas segundas, quartas e sextas feira é coletado o lixo molhado e nas terças, quintas e sábados é coletado o lixo seco. Todo o serviço de coleta passou a ser operacionalizado por uma empresa terceirizada.

No começo desse novo sistema, o material apresentava baixo índice de rejeito, mas, com o passar do tempo o material foi piorando, segundo informações dos cooperados. Os catadores voltaram a se reunir com o prefeito e, em 2006, a campanha de mobilização da população foi retomada durante aproximadamente três meses. Essa última campanha não surtiu resultados em termos de melhoria da qualidade dos materiais³⁸. Recentemente, em 2010, a mobilização foi retomada, agora assumida pelos próprios catadores: uma equipe de duas pessoas passa de porta em porta abordando a população e explicando o sistema de funcionamento da coleta seletiva e a forma de separação dos materiais na fonte. Eles ainda não sentiram os efeitos dessa mobilização na qualidade do material.

O contrato, entre a prefeitura e a empresa prestadora de serviço, compreende um pacote de serviços, incluindo os serviços de varrição, capina, coleta convencional e seletiva, gestão do aterro sanitário e campanhas de divulgação. Esses serviços compartilham, em parte, os mesmos meios de produção, o que permite otimizar os recursos produtivos e reduzir os custos. A frota de caminhões, a estrutura física (garagem, oficina, lavajato) e administrativa são compartilhadas pela coleta seletiva, pela convencional e, em alguns casos, com o restante dos serviços oferecidos. A prefeitura financia os serviços, através da aplicação de uma taxa municipal de coleta de lixo, que é cobrada junto com o IPTU das residências, como a taxa de iluminação pública. Nessa taxa estão incluídos todos os serviços previstos no sistema de gestão de resíduos do município.

³⁸ Observe que a proporção, 43%/37%, considerando as margens de erro, praticamente divide o rejeito entre as fases à montante e à jusante da entrega dos materiais na Coopert. No entanto, as ações têm sido exclusivamente direcionadas aos moradores.

Atualmente (2010), a coleta seletiva é dividida em seis setores (cinco urbanos e um rural), sendo que, em dois setores urbanos, a coleta é realizada no período noturno e o restante no diurno. Um dos setores, em que a coleta é noturna, está localizado na região central da cidade, região predominantemente comercial, cujo resíduo é coletado junto com o resíduo doméstico. Na zona rural, não existe coleta seletiva, e a frequência da coleta é de duas vezes por semana. Embora formalmente não exista coleta seletiva na zona rural, os resíduos são destinados à Coopert por ser considerado seco, pois o molhado é supostamente aproveitado na propriedade.

A coleta de cada setor é feita em um caminhão compactador por uma equipe composta de um motorista e quatro garis. Os garis são orientados a coletar todos os materiais dispostos pela população. A equipe de garis é dividida em duas duplas: a primeira passa recolhendo o material na porta das casas dos moradores e o direciona para pontos estratégicos (bandeiras), onde a segunda turma passa recolhendo e colocando no caminhão. O roteiro da coleta seletiva é o mesmo da coleta convencional, embora na coleta seletiva haja uma redução maior do trajeto, estratégia desenvolvida pela própria equipe de coleta para percorrer uma distância menor e reduzir a jornada de trabalho. A redução é viabilizada pelo fato do material reciclável ser produzido em menor quantidade e ser menos denso, isso permite que os garis organizem menos bandeiras em locais estratégicos, reduzindo o trajeto percorrido pelo caminhão.

Diferentemente da coleta seletiva de 1999, não existe padronização dos sacos de lixo e nem diferenciação dos recipientes de acondicionamento entre o lixo seco e molhado. No município existem contêineres, cuja manutenção é de responsabilidade da empresa contratada. Esses recipientes são disponibilizados para que a população disponha tanto o material seco como o molhado. Eles são projetados para serem acoplados ao caminhão compactador, facilitando a coleta. A justificativa do uso de contêineres, segundo o responsável pela empresa terceirizada, é que eles evitam que cachorros e galinhas revirem o lixo, deixando a cidade mais limpa e organizada.

Ao longo da análise do elevado índice de rejeito, as características mais detalhadas do sistema atual da coleta seletiva em Itaúna vão sendo reveladas. A análise irá partir da separação na fonte (item 6.2), passando pela coleta (6.3), armazenagem (6.4) e manipulação (6.4), e se encerrará na etapa de triagem (6.5).

6.2) Separação na fonte

Para que todo sistema de coleta seletiva funcione, é necessário o engajamento dos indivíduos que separam (e em certa medida produzem) resíduos. O desafio que está colocado nesta etapa do processo é: como conciliar de um lado, um sistema técnico que impõe um conjunto de regras e normas condicionando a atividade dos indivíduos e, de outro, um conjunto heterogêneo de indivíduos, cada qual com suas características individuais (psicológicas, motivacionais e sócio-demográficas) vivendo em contextos diferentes. A separação na fonte, diante deste cenário complexo, determina, em parte, a quantidade e a qualidade dos materiais encaminhados à reciclagem.

A tarefa dos moradores de Itaúna é separar o lixo em “seco” e “molhado”, e dispô-lo em dias alternados: terça, quinta e sábado, o seco, e segunda, quarta e sexta, o molhado. O ato de dispor constitui-se de, pelo menos, cinco etapas: geração, preparação, acondicionamento, estocagem e transporte, que envolvem diversos atores, equipamentos e dispositivos.

A fim de entender como a separação acontece na prática foram analisados seis casos³⁹, dois residenciais e quatro comerciais (ANEXO 1). No anexo 1, esses casos foram caracterizados considerando os tipos de materiais separados pelos habitantes, os recipientes de acondicionamento e as estratégias de estocagem dos materiais nos dias alternados.

A partir da análise dos casos observados, podem-se elencar alguns fatores do sistema de gestão de resíduos que influenciam na atividade de separação na fonte e, conseqüentemente, no índice de rejeito do processo: critérios de separação, vínculos sociais entre catadores e moradores, programação da coleta e configuração dos imóveis. Esses fatores serão discutidos no item a seguir (6.2.1), “fatores que influenciam na separação na fonte”.

6.2.1) Fatores que influenciam na separação na fonte

A partir da análise qualitativa dos casos apresentados no anexo 1, alguns fatores se mostraram relevantes no que tange à produção de rejeito nesta etapa do processo: vínculos sociais entre

³⁹ Não foi observada a atividade dos indivíduos na disposição dos resíduos fora dos estabelecimentos, ou seja, nas ruas.

catadores e moradores, critérios de separação, programação da coleta seletiva (dias, horários, frequência) e configuração dos imóveis.

Vínculos sociais entre catadores e moradores

Os vínculos sociais estabelecidos entre os geradores de lixo e os catadores foram observados em todas as experiências analisadas. Os catadores não aparecem somente na figura do homem que puxa o carrinho, mas como pessoas que eventualmente catam materiais recicláveis para complementar a renda, ou mesmo como empresas nas quais a venda dos materiais vai compor da receita a instituição. Esses vínculos reduzem o índice de rejeito dos materiais destinados aos catadores, embora elevem o índice de rejeito relativo da coleta seletiva da prefeitura na medida em que uma parcela dos materiais recicláveis é desviada dessa coleta⁴⁰.

No primeiro caso, a Dona J. doava os materiais recicláveis para uma catadora conhecida. A mesma situação foi observada no bar Sr. P., que doava os plásticos para uma catadora e as latinhas para o seu sobrinho. E na casa da Sra A., que doava as embalagens de PET para catadores que passavam na porta da sua casa. No caso 5, os funcionários do restaurante coletavam as embalagens PET e as latinhas. Já no outro restaurante, os próprios proprietários coletavam e vendiam as embalagens PET e as latas de alumínio.

Os materiais recicláveis acabam sendo uma forma de “ajudar o próximo” ou agradar os funcionários; eles são previamente separados e acondicionados, não sendo colocados na rua, onde qualquer um pode pegá-los. A separação neste caso é mais rigorosa, os moradores separam somente o que os catadores querem, seja plástico, papelão ou latinha, apresentando um baixo índice de rejeito. Normalmente são separados os materiais de maior valor de mercado, o que reduz a arrecadação da Coopert, onde quase não se encontra alumínio, por exemplo.

A separação da parcela de material orgânico também chamou a atenção em todos os casos observados. Os restos de comida são comumente utilizados para alimentar os porcos e, no caso das pessoas que não os criam, são doados para alguém que o faça.

Critérios de separação

A população foi orientada, pelas campanhas de mobilização, para separar o lixo segundo o critério de “seco” e “molhado”. A partir dos casos analisados, percebem-se alguns equívocos

⁴⁰ Essa relação será aprofundada no item 6.3.

em decorrência dessa classificação, pois nem tudo que é seco, é reciclável para a Coopert. Esses equívocos são responsáveis por elevar o índice de rejeito do processo, reduzindo a eficiência da triagem e elevando os custos da coleta e da triagem dos materiais.

A taxa de rejeito explica-se inicialmente pelo fato de que parte da população de Itaúna não adere à coleta seletiva. Entre os que aderem, ou seja, fazem algum esforço no sentido de separar os materiais recicláveis, eles podem cometer equívocos de natureza técnica, de qualidade ou econômica. O quadro abaixo sintetiza essa classificação:

QUADRO 5 – Classificação dos indivíduos quanto a adesão à coleta seletiva

Indivíduos	Aderem	Separam somente os materiais que são recicláveis para a Coopert.	
		Separam os materiais secos, mas cometem equívocos.	Técnicos
			Qualidade
	Separam os materiais secos (podendo cometer os mesmos equívocos descritos no item acima), mas misturam com os molhados.	Econômicos	
Não aderem	Não separam.		

Os indivíduos que aderem, mas cometem equívocos, sejam de natureza técnica, de qualidade ou econômica, são influenciados pelo critério de separação entre “seco” e “molhado”. No quadro abaixo cada um dos equívocos é caracterizado:

QUADRO 6 – Classificação dos equívocos de acordo com aspectos técnicos, de qualidade e econômicos

Equívocos	1 – Técnicos	Materiais que são secos, mas não são recicláveis ⁴¹ , por exemplo, papel higiênico, cd's, plásticos metalizados -como embalagem de salgadinhos, café e suco em pó- e ainda determinados tipos de materiais compósitos.
	2 – Qualidade	Materiais tecnicamente recicláveis, mas, por efeito de contaminação que comprometa suas propriedades químicas, por exemplo, os papeis contaminados com óleos, não estão em condições recicláveis. Outro fenômeno que se enquadra nessa mesma categoria são os materiais que, pela sua pequena dimensão, reduzem a triabilidade ⁴² , como é o caso dos papeis picotados. Os papeis com elevado índice de umidade também não conseguem atingir a qualidade exigida pelas outras etapas da cadeia de reciclagem.
	3 – Econômico	Materiais que são secos, tecnicamente recicláveis, porém não é viável economicamente reciclá-lo (isopor), o que pode também variar com oscilações do preço de mercado como as embalagens longa vida.

Analisando os casos apresentados no anexo 1, os equívocos descritos acima podem ser observados em alguns deles. No caso 4, chamou atenção o extremo cuidado das zeladoras da escola na separação dos resíduos, porém nenhum material que elas separaram como seco era reciclável para a Coopert. Os materiais provenientes da varrição da sala, considerados secos e encaminhados para a coleta seletiva pelas zeladoras, dificilmente seriam reciclados, por se enquadrarem no equívoco 1 (papeis de bala, embalagens de salgadinhos e pontas de lápis) e no 2 (papeis picados em tamanhos pequenos).

No caso 5, resíduos como guardanapos usados, contaminados com gordura, e as embalagens e pauzinhos de picolé eram categorizado como seco (equívoco 2). No mesmo caso, foram separados resíduos de varrição do pátio, contendo folhas secas, que eram classificados como seco (equívoco 1).

⁴¹ São chamados de materiais tecnicamente não recicláveis aqueles que não são comumente reciclados em grande escala. No caso dos resíduos de poda, como folhas secas, embora tenham potencial para serem compostados, eles formam um tipo de reciclagem particular, incompatível com o sistema técnico de reciclagem implantado no município, sendo assim considerado um equívoco técnico.

⁴² Os papeis pequenos reduzem a triabilidade se estiverem dispersos em meio a outros materiais, se eles estiverem juntos, por exemplo, dentro de uma mesma sacola, o potencial de triagem desse material aumenta.

A definição de reciclável também esconde outras armadilhas, para além do critério de separação implantado no município. O termo reciclável é difundido como se fosse uma característica técnica inerente àquele material, caso exista alguma tecnologia capaz de processá-lo, ou seja, quando existe um potencial tecnológico de reciclagem. É comum ver, sobre as embalagens, símbolos indicando que os produtos são recicláveis. Esses símbolos, em alguns casos, são amparados por uma norma reguladora (NBR ISO 14021) que “*especifica os requisitos para autodeclarações ambientais, incluindo textos, símbolos e gráficos, no que se refere aos produtos*” (CEMPRE, 2008). Conforme o caso, os símbolos podem orientar ou confundir os moradores na separação domiciliar.

O fato de existir uma tecnologia de reciclagem para determinado material não garante que os materiais serão efetivamente reciclados, apenas que serão tecnicamente recicláveis. O que define se um produto será reciclado é a viabilidade econômica de recuperá-lo, considerando o tipo de material e a sua qualidade, ou seja, são recicláveis, em Itaúna, os materiais que a Coopert tria e comercializa. O mercado e as suas oscilações, característica do setor de reciclagem, viabiliza ou não, em determinado momento e local, a reciclagem deste ou daquele material. Em 2009, o baixo preço das embalagens longa vida levou as triadoras da Coopert a parar de separá-las. Em 2010, o preço subiu e as embalagens voltaram a ser separadas. Dessa forma, a dinâmica do mercado influencia a dinâmica dos materiais presentes no portfólio dos materiais triados pela Coopert.

Os materiais presentes no lixo são diversos, saber reconhecê-los e categorizá-los como recicláveis não é uma tarefa trivial. Esse reconhecimento torna-se ainda mais complexo devido a falta de padronização dos produtos, por exemplo, as garrafinhas de água mineral podem ser de PET ou PP. Essa *expertise* é comumente desenvolvida pelos catadores, mas não é razoável esperar encontrá-la entre os moradores.

Não é recomendável, por várias razões, sobretudo quando os programas de coleta seletiva estão começando, exigir que a população separe os resíduos em vários itens. Por isso a preferência, quase generalizada, pela classificação atual entre “seco” e “molhado”. A crítica desenvolvida neste item não está relacionada com a quantidade de tipos de materiais que devem ser separados em um programa de coleta seletiva, ou seja dois (os recicláveis e os não recicláveis), mas com relação ao critério de separação em “seco” e “molhado”, que induzem leigos a cometerem erros de separação.

Programação da coleta – dias, horários e frequência de coleta

Os dias, os horários e a frequência da coleta seletiva, assim como a alternância entre a coleta seletiva e convencional, determinam, em parte, a atividade dos indivíduos na separação na fonte. Em algumas das situações observadas, percebe-se que a programação da coleta nem sempre está adequada às rotinas pessoais, interferindo na qualidade da separação e na própria adesão das pessoas à coleta. Outra questão crítica é quando a programação é alterada, por exemplo, em dias de feriado, exigindo que os indivíduos também se reprogramem, o que nem sempre ocorre, elevando o índice de rejeito do processo.

A rotina da coleta de lixo determina, em certa medida, o dia a dia dos indivíduos na disposição dos resíduos. O inverso também é verdadeiro, o cotidiano das pessoas pode entrar em conflito com os dias e horários da coleta. Fato é que quando a rotina do sistema de coleta é alterada, os indivíduos não a acompanham⁴³. Em alguns feriados, o serviço de coleta não é oferecido, assim os indivíduos têm que estocar os materiais por mais tempo, o que nem sempre acontece. Por exemplo, quando o feriado é na segunda e a coleta convencional não funciona, os materiais orgânicos deveriam ser estocados por cinco dias (de sexta à quarta), eles não poderiam ser descartados na terça, dia da coleta do seco, mas é o que muitas pessoas fazem, elevando o índice de rejeito do processo. Situação adversa também acontece, quando o feriado é na terça os materiais secos também deveriam ser estocados por um período de cinco dias (de sábado até quinta), porém as pessoas acabam dispondo os materiais secos na quarta, reduzindo a quantidade de material reciclável direcionada à Coopert. Quando os feriados caem no dia da coleta seletiva, a Coopert, para ter material para trabalhar no dia seguinte, recebe o molhado com elevado índice de rejeito.

Nem todos os feriados são acatados pelo serviço de limpeza urbana, essa determinação é fruto de uma negociação entre a empresa terceirizada e a prefeitura. Segundo o responsável pela coleta da empresa terceirizada, quando os feriados são nas segundas ou nas sextas (dia do lixo molhado), o serviço funciona, com exceção da sexta feira da Paixão, normalmente porque é mais difícil parar, pois os indivíduos colocam o lixo nas ruas, deixando a cidade suja.

⁴³ A elevação do índice de rejeito, após os feriados, foi observada na Coopert. Durante as observações e entrevista com a população, as pessoas relataram a dificuldade de estoque dos materiais por mais dias, quando há feriados.

Outros fatores agora relacionados aos indivíduos e não ao sistema afetam a regularidade da produção de resíduos, interferindo também no rejeito. Quando é produzido mais lixo que o normal, em decorrência de uma festa de aniversário, por exemplo, é necessário um espaço de estoque maior e recipientes adequados para conservá-lo, nem sempre disponíveis. Esse fato pode levar a pessoa a descartar o lixo em dias não programados.

A frequência da coleta seletiva e da convencional é de três dias por semana. Embora a frequência dos dois tipos de coleta seja a mesma, as quantidades de materiais recicláveis e de resíduo convencional são bem diferentes. A quantidade de resíduos coletada pelo sistema convencional (1.000 t/mês) é aproximadamente duas vezes superior a quantidade coletada pelo sistema seletivo (470 t/mês)⁴⁴. Considerando o rejeito do processo de triagem, essa diferença seria ainda muito superior. Podemos perceber que no bar do Sr. P. (caso 3) e na casa da Dona J. (caso 1), no dia da coleta do seco, não é disposto nenhum material, o pouco de materiais recicláveis que eles produzem é doado a catadores. Dessa forma, coloca-se a questão: será que a frequência da coleta seletiva é adequada? Considerando a produção de materiais recicláveis, principalmente, em determinadas regiões do município. Observa-se que em outras cidades, onde a coleta seletiva abrange 100% do município, a frequência de coleta é de uma vez por semana (VARELLA *et al.*, 2010). Diante dos fatos apresentados, conclui-se que é alta a frequência da coleta seletiva em Itaúna.

Quando se analisa a coleta seletiva de forma isolada⁴⁵, observa-se que quanto maior a frequência, mais elevada é a qualidade do serviço oferecido à população, porém mais dispendioso é o sistema. Como o sistema no caso em tela é alternado e nele existem dois tipos de serviços oferecidos à população, a elevação da qualidade de serviço de coleta seletiva pode acontecer em detrimento da qualidade do serviço da coleta convencional. A elevada frequência da coleta seletiva reduz a necessidade de estocar resíduo seco no interior das residências, mas eleva os estoques de resíduos orgânicos, quando funciona no sistema de coletas alternadas.

⁴⁴ Esses valores se referem à média da quantidade coletada nos meses de março, abril e junho de 2010, segundo o relatório de atividades da empresa prestadora do serviço.

⁴⁵ A elevada frequência de coleta interfere, por exemplo, positivamente no armazenamento do material, evitando a sua degradação e melhorando a sua triabilidade.

As inconveniências relacionadas à estocagem dos resíduos molhados no interior das residências são fatores que desestimulam os indivíduos a estocá-los, elevando a quantidade de resíduos orgânicos na coleta seletiva. O desconforto de ter que estocar matéria orgânica é visível nos casos dos restaurantes (5 e 6), onde a produção de resíduos é alta, causando graves problemas de higiene passíveis de restrições impostas pela vigilância sanitária com relação ao estoque de resíduos em estabelecimentos comerciais. A questão aqui parece se direcionar para o outro sentido: será que a frequência da coleta convencional não é reduzida quando comparada com a produção de resíduos em determinadas regiões do município? Na prática, apesar de nomes distintos, a coleta seletiva e convencional no centro da cidade é praticamente a mesma, no que tange às características dos materiais coletados. Porém, em determinados dias da semana, os materiais são destinados à Coopert e, em outros, destinados ao aterro sanitário.

O fato das coletas serem em dias alternados pode gerar situações do tipo: pessoas dispostas a estocar o resíduo seco, mas não o orgânico. Ou seja, os indivíduos podem estar dispostos a fazer a coleta seletiva, separando e destinando os materiais recicláveis nos dias corretos, mas não a estocar os resíduos orgânicos, dispondo-os cotidianamente. Esse comportamento eleva o índice de rejeito na medida em que a matéria orgânica é disposta junto com o seco, mas, ao mesmo tempo, esse índice é reduzido, uma vez que a parcela de resíduo seco é maior caso não fosse feita a separação na fonte.

Configuração dos imóveis

Os resíduos trazem alguns constrangimentos aos moradores: atraem animais, que podem bagunçar o “lixo” e transmitir doenças; geram odores desagradáveis e chorume, além de ocuparem espaço nas residências. Fazer a coleta seletiva implica em reservar um local apropriado para a estocagem dos resíduos e dividir o espaço com ele. A configuração dos imóveis, no sentido de existir lugares apropriados para a estocagem dos resíduos, se revelou uma condição que pode favorecer, ou não, a separação na fonte, influenciando o índice de rejeito.

A análise dos casos revelou algumas estratégias dos moradores para lidar com os constrangimentos dos resíduos e do espaço, sabendo que o estoque do molhado é mais crítico que o do seco. Na casa da Sra. A., o quintal é o local usado para estocar os materiais; os resíduos orgânicos são amarrados em uma árvore, depois que o serviço de limpeza da casa é

finalizado, evitando que o cachorro revire o lixo, que outros animais sejam atraídos e o mau cheiro, pois o chorume é absorvido pela terra. Já o resíduo seco é colocado em uma sacola, também amarrada em uma árvore, mas desta vez próximo a casa, para facilitar o acesso.

Nos casos dos estabelecimentos comerciais, em especial nos restaurantes, os constrangimentos relativos ao estoque de resíduos comprometem as condições sanitárias. Nos dois restaurantes observados, existe dificuldade em estocar o resíduo molhado. No caso 6, o lixo orgânico é colocado para fora a partir do momento que uma lixeira completa sua capacidade, independente do dia da coleta. Os materiais são dispostos ao longo do dia e a coleta é feita no turno noturno, dessa forma o material é estocado sobre o passeio ao longo do dia.

No caso 5, a proprietária do restaurante possui um galpão ao lado do restaurante que viabiliza a estocagem dos plásticos e alumínio que ela comercializa. Os materiais são estocados durante uma semana aproximadamente, até atingir uma quantidade mínima para o intermediário ir buscar. Já no restante, os materiais secos e o molhado são estocados provisoriamente na parte dos fundos do estabelecimento e, diariamente, são dispostos na rua.

Na escola, caso 4, os materiais orgânicos são estocados em um canto do pátio, onde não há circulação de alunos, professores ou funcionários. O recipiente de acondicionamento do material orgânico é fechado. Os restos de carne são estocados no congelador da escola. Vale lembrar que uma parte dos resíduos orgânicos é doada para uma pessoa que coleta o material todos os dias, reduzindo a estocagem de material molhado.

6.3) Coleta seletiva

De acordo com o fluxograma proposto na figura 20 p. 95, a segunda etapa do processo, a coleta seletiva, interfere na produção de rejeito do processo de logística reversa dos materiais recicláveis em Itaúna. A relevância dessa etapa está relacionada aos custos que são significativos, especialmente quando se analisam os custos globais do processo de recuperação dos materiais. A eficiência desta etapa é crucial para a discussão da viabilidade da reciclagem, que deve ser vista de forma sistêmica e não isolada. A adoção de caminhões compactadores; a eficiência no serviço de coleta seletiva prestado à população, em termos de tipo (porta a porta, ponto a ponto ou misto); a abrangência e a frequência da coleta, irão influenciar diretamente nos custos, assim como na qualidade da separação na fonte. Estas questões serão tratadas neste tópico a partir da discussão entorno do índice de rejeito.

Os materiais recicláveis separados pela população itaunense podem seguir a trajetória formal, conforme a coleta estabelecida pela prefeitura, ou então seguir diferentes caminhos até chegar a Coopert ou a outra unidade de triagem e beneficiamento, conforme o fluxograma abaixo. Os materiais “desviados” representam uma parcela significativa do total dos materiais que são produzidos pelos habitantes. Essa parcela aumenta a quantidade relativa de rejeito, uma vez que é reduzida a parcela dos recicláveis do montante total coletado pela terceirizada/prefeitura.

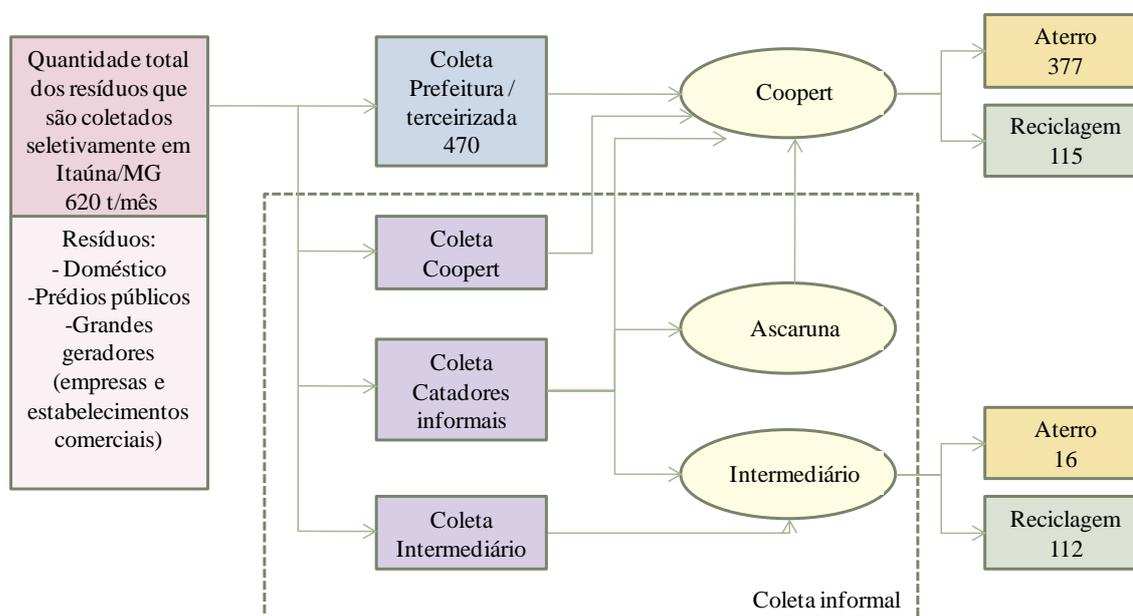


FIGURA 21 – Fluxograma dos diferentes percursos dos materiais recicláveis da separação na fonte até a Coopert, Ascaruna ou Intermediário.

Os materiais podem ser coletados pela prefeitura, pelos catadores informais, pelo intermediário ou pela própria Coopert. O funcionamento de cada um desses sistemas de coleta será caracterizado na primeira parte deste tópico (6.3.1). Na sequência (item 6.3.2), será feito um balanço da quantidade de material que é desviado do fluxo formal, analisando a sua contribuição para a elevação da quantidade de rejeito do material proveniente da coleta da prefeitura.

Cada um desses atores possui um sistema de coleta diferente em termos de serviços oferecidos, frequência, abrangência, tipos de materiais coletados e modal de transporte, o que resulta em índices de rejeito também diferentes. Na última parte (item 6.3.3), os fatores que interferem no elevado índice de rejeito da coleta da prefeitura serão analisados, comparando-o aos outros sistemas que apresentam baixo índice de rejeito.

6.3.1) Caracterização dos diferentes sistemas

O rejeito está relacionado às características específicas de cada processo. Embora o foco da análise seja as características operacionais dos diferentes processos, recorre-se, frequentemente, a outras características de caráter organizacional e institucional para entender a complexidade dos diferentes sistemas.

A coleta seletiva da terceirizada, caracterizada no item 6.1, abrange 100% da cidade, embora o sistema da zona rural e da zona urbana seja diferente. Na zona urbana, a coleta é realizada no sistema porta a porta, três vezes por semana, os dias de coleta seletiva são terça-feira, quinta-feira e sábado, sendo alternados com os da coleta convencional. São coletados os materiais “secos”, como papel, papelão, plástico, vidro, metal e embalagens longa vida (ITAUNA, 2010). Caminhões compactadores, acompanhados por uma equipe composta de um motorista e quatro garis, são utilizados para percorrer os cinco setores da cidade, três realizados no turno diurno e dois no noturno. Na zona rural existe somente um tipo de coleta, que funciona no sistema ponto a ponto. A frequência é de duas vezes por semana e são coletados todos os materiais classificados como “secos”, em relação aos resíduos orgânicos pressupõe-se são aproveitados na própria propriedade.

Nos tópicos subsequentes serão descritos os sistemas da coleta dos catadores informais (item 6.3.1.1), da coleta do intermediário (item 6.3.1.2), da coleta da Coopert e Ascaruna, (item 6.3.1.3) e, finalmente, será feito um balanço geral da coleta em Itaúna (item 6.3.1.4).

6.3.1.1) Coleta informal dos catadores

Os catadores informais são aqueles que coletam materiais recicláveis e os comercializam, normalmente para intermediários da cadeia produtiva de reciclagem (aparistas, ferro-velhos e depósitos). A figura do catador que puxa o carrinho pelas ruas, tradicionalmente conhecida, compõe esse universo, porém, a coleta informal também é realizada por outras pessoas e instituições que não têm a finalidade de coletar materiais recicláveis. Eles são chamados de informais por não estarem organizados em cooperativas ou associações de catadores, ou por não trabalharem para empresas com que coletam materiais recicláveis, não existindo também nenhum vínculo formal entre esses catadores e o poder público municipal.

Além das pessoas que sobrevivem da renda gerada pela catação, outras catam para complementar a renda. Existem aqueles que coletam na rua e outros que não saem de dentro de casa, apenas acumulam os materiais que são produzidos no interior da casa ou que são doados por amigos, vizinhos e parentes.

Para alguns estabelecimentos comerciais, o lixo é considerado como um subproduto do seu processo, sendo comercializado, compondo, desse modo, a receita da instituição, mesmo que de forma pouco significativa, como no caso 6 apresentado no anexo 1.

O número de catadores existentes em Itaúna é difícil estimar, devido à sazonalidade da atividade. Fatores econômicos, como o preço dos materiais no mercado, a oferta de empregos na própria região e em outras, por exemplo, ofertas de trabalho na cultura de café e cana e o valor dos ganhos, interferem no número de catadores. Quando o preço do mercado não está favorável, muitos param de coletar, como aconteceu na crise de 2008 (OLIVEIRA, 2010).

A base manual da coleta informal dos catadores restringe sua abrangência, quando analisados individualmente. Algumas estratégias dos catadores são observadas no sentido de melhorar a eficiência do processo. O local de trabalho é próximo ao local de estoque ou venda dos materiais, visando reduzir o trajeto percorrido. Os catadores coletam materiais que possuem maior valor comercial ou que tenham algum valor para ele, por exemplo, roupas e móveis. Os roteiros não variam significativamente, o que permite estabelecer vínculos duradouros com os habitantes, reduzindo o rejeito. Os catadores estão presentes nas regiões mais rentáveis em termos de distância por quantidade coletada. A frequência de coleta é adaptada de acordo com a produção de cada gerador, por exemplo, em estabelecimentos comerciais onde a geração de material reciclável é alta, a frequência de coleta chega a ser de cinco vezes por semana. Para alguns catadores, que coletam nas residências, a frequência e horário são orientados pela coleta da terceirizada/prefeitura, eles recolhem os materiais mais “nobres” antes do horário da coleta da prefeitura.

Os catadores informais em Itaúna vendem os materiais coletados para o intermediário ou para a Coopert, via ASCARUNA. Os compradores possuem os seus critérios de compras que orientam os catadores na coleta e separação dos materiais. Os materiais de mesmo preço, normalmente, são misturados, tendo a seguinte organização: o intermediário compra o plástico de acordo com cinco categorias, conforme a tabela abaixo. Os catadores, que vendem

para o intermediário, por sua vez, não separam o PET, o PEAD e plástico filme, seguindo o critério de agregação por preço.

TABELA 8

Categorias de separação dos plásticos segundo o intermediário

Materiais	Preço (set/2010)
1 PET's + PEAD's + plástico filme	R\$0,50/Kg
2 PP	R\$ 0,40/Kg
3 PET óleo	R\$0,25/Kg
4 Água mineral (frascos de água mineral)	R\$1,00/Kg
5 PVC	R\$ 0,15/Kg

Alguns catadores de Itaúna utilizam carrinhos de tração humana, observando-se os mais diferentes tipos em termos de design, outros, sobretudo mulheres que coletam plásticos, não possuem carrinhos, o material é disposto em grande sacos que são transportados apoiados nas suas costas ou sobre a cabeça.

6.3.1.2) Coleta do intermediário

No município de Itaúna, existem empresas que compram sucata e um intermediário⁴⁶ que trabalha com materiais recicláveis presentes nos resíduos domésticos. Esse intermediário compra materiais soltos, sem pensar, dos catadores informais e de empresas, além de fardos de algumas Associações de Catadores e/ou intermediários, entre elas: Coopert, Associações de catadores de Juatuba, Itatiaiuçu, Pará de Minas e Mateus Leme. Esse sistema de coleta é realizado sem relações formais com o poder público municipal.

⁴⁶ É chamado de intermediário, coloquialmente “atravessadores”, uma empresa que compra materiais e os comercializa com outros intermediários do processo ou diretamente com indústrias de beneficiamento, sem agregar valor ao produto. O intermediário de Itaúna agrega valor ao produto ao fazer uma separação mais fina dos plásticos, mas, mesmo assim, será considerado intermediário.

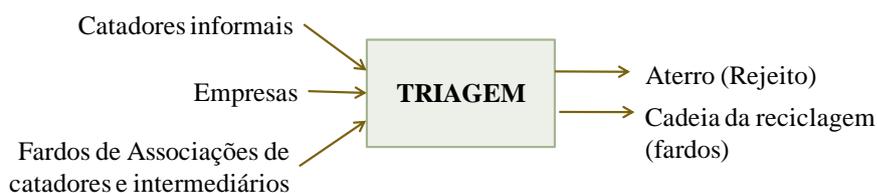


FIGURA 22 – Entradas e saídas do processo do Intermediário / Itaúna (MG)

O intermediário possui quatro caminhões carroceria, adaptados com grades que permitem aumentar a quantidade coletada, para realizar a coleta na casa dos catadores e de empresas. Os caminhões passam em trajetos diários que variam de acordo com a demanda de coleta de materiais. A frequência de coleta é diferente para cada fornecedor, dependendo da disponibilidade de estoque do doador e da demanda de coleta do intermediário. Em cada caminhão trabalham um motorista e um ajudante.

O intermediário compra materiais já previamente separados, porém uma parte da mercadoria, principalmente os plásticos comprados de catadores, exige uma triagem mais fina. O plástico é separado nas seguintes categorias: PET branco, PET verde, PET óleo, PEAD branco, PEAD colorido, PP, Água mineral, Plástico filme e PVC⁴⁷. As embalagens de PET as tampinhas não são retiradas, apenas afrouxadas. Os papeis são comprados já nos dois tipos que são comercializados: papelão e papel misto (papel branco + papel revista + jornal).

O galpão é dividido em duas partes: processamento do papel e processamento do plástico. No processamento do plástico duro, trabalham quatro triadoras responsáveis pela triagem e prensagem desses materiais. Elas trabalham em duplas, utilizando três prensas e ainda existem mais duas prensas totalizando quatro para imprevistos. As triadoras, quando atingem as metas, recebem uma quantia fixa, quando a meta não é atingida são feitos alguns descontos. A meta das triadoras de plástico é de prensar 8 fardos/dia para cada dupla, dessa forma, são feitos aproximadamente 16 fardos de plástico por dia. Na prensagem do plástico filme⁴⁸ e da sacolinha⁴⁹, há uma prensista com meta de seis fardos diários. Essa mesma prensista é responsável por pesar os materiais que chegam ao galpão.

⁴⁷ O PVC é comprado a preço de papelão para “*não deixar os catadores na mão*” (responsável pela empresa intermediária).

⁴⁸ Plástico filme – PEBD branco pode ter alguma estampa somente na cor azul

⁴⁹ Plástico sacolinha – PEBD branco com estampa colorida e PEBD coloridos

No processamento do papel, trabalham quatro prensistas, desses, três enfardam o papelão e um o papel misto. Os prensistas do papelão trabalham por produtividade, é pago a eles uma quantia de R\$ 2,50 / fardo, sujeito a reduções caso a carga do caminhão de venda dos fardos seja inferior a 8.000 Kg. Essa medida de controle é tomada para evitar que os prensistas façam fardos muito pequenos, aumentando seus ganhos em detrimento da empresa. Além dos triadores e prensistas que trabalham no papel e no plástico, existem ainda dois carregadores que carregam os fardos e organizam o galpão.

A quantidade de materiais coletada pelo intermediário foi estimada⁵⁰ em 128.160Kg/mês e o índice de rejeito do processo em 12% da quantidade coletada, conforme a tabela abaixo.

TABELA 9

Estimativa da quantidade de materiais coletada pelo intermediário e a produção de rejeito/ mês

Material	Frequência de venda (carga/mês)	Carga (fardos/carga)	Total de fardos (fardos/mês)	Peso unitário do fardo (Kg)	Total comercializado (Kg)
Papelão	8	50-56	448 (56)	130	58.240
Papeis	1	50-56	56 (56)	130	7.200
PEAD +PP	3	50-56	168 (56)	80	13.440
PET	3	50-56	168 (56)	80	13.440
Plástico filme	3	50-56	168 (56)	80	13.440
Sucata	4	-	-	1600	6.400
Total comercializado					112.160
Rejeito	8	-	-	2000	16.000
Total coletado					128.160

⁵⁰ Os dados dessa tabela foram estimados através de entrevistas com a coordenadora do galpão (out/2010). Ela não possui os dados de produção sistematizados dessa forma, foram estimados a frequência de carga, a quantidade de fardos por carga e o peso dos fardos. Foram desconsiderados os fardos “atravessados”, isto é, adquiridos já prontos de associações.

O total do material processado pelo intermediário é proveniente da coleta dos catadores informais e da compra de materiais de empresas e estabelecimentos comerciais.

6.3.1.3) Coleta da Coopert e Ascaruna

A Coopert realiza coleta de duas formas distintas: com o seu próprio caminhão e através da Ascaruna. A Ascaruna é uma Associação criada pela Coopert no intuito de compartilhar com os catadores informais os ganhos⁵¹ obtidos pela criação da cooperativa. Em termos jurídicos a Ascaruna é uma cooperada da Coopert. A coleta realizada por esses atores também é organizada independentemente do poder público municipal.

A Ascaruna compra o material de aproximadamente 21 catadores, desses, aproximadamente 10 são fixos, ou seja, vendem regularmente os materiais. Esses catadores encaminham o material até o galpão da Associação, localizado no centro da cidade. A quantidade coletada por cada catador fixo varia de 700 Kg a 2400 Kg por mês, chegando a um total de aproximadamente 12t/mês⁵².

A Coopert, além dos materiais provenientes da prefeitura e da Ascaruna, recebe doações e compra materiais de outros catadores que vendem diretamente no galpão. A quantidade de materiais proveniente dos catadores soma aproximadamente 5 t/mês. Parte dos catadores transporta os materiais até o galpão. A outra parte, a coleta é feita em casa pela Coopert, utilizando um caminhão baú.

As doações são encaminhadas até o galpão pelos próprios doadores ou são recolhidas com o caminhão da Coopert. Uma equipe de três trabalhadores, composta por um motorista e dois carregadores, acompanha a coleta. Estima-se que a quantidade coletada dos doadores seja de 5 t/mês⁵³.

Os trajetos e a frequência de coleta seguem a mesma lógica da coleta do intermediário. Os caminhões possuem trajetos diários que variam de acordo com a demanda de coleta de

⁵¹ Além dos ganhos financeiros, existem os benefícios indiretos, por exemplo, na ocasião do Cataforte (programa do governo federal de capacitação dos catadores), os catadores da Ascaruna foram inseridos.

⁵² Dado referente ao mês de abril de 2010.

⁵³ A Coopert não possui controle de pesagem de doações, apenas das compras.

materiais. A frequência de coleta é diferente para cada fornecedor, dependendo da quantidade produzida de resíduos, da disponibilidade de estoque do doador e da disponibilidade do caminhão.

6.3.2) Balanço geral da coleta em Itaúna

A soma de todo o material de Itaúna que é efetivamente destinado à reciclagem (quantidade coletada menos o rejeito do processo) é sintetizada no quadro abaixo.

TABELA 10

Quantidade de material triado por cada um dos atores de coleta em Itaúna-MG

Origem	Quantidade triada (toneladas/mês)	Proporção da quantidade coletada por cada ator (%)
Coleta informal do Intermediário	112	49%
Coleta informal da Ascaruna	12	5%
Coleta informal da Coopert (exceto prefeitura)	10	4%
Total da coleta informal	134	59%
Coleta da terceirizada/ prefeitura	92	41%
Total geral	227	100%

A coleta da terceirizada/prefeitura representa 41% do total de material encaminhado para a cadeia da reciclagem. Os 59% restantes foram coletados pelos catadores informais, intermediário, Ascaruna e Coopert⁵⁴. Assim, 134 toneladas de materiais recicláveis foram desviados⁵⁵ da coleta da prefeitura, contribuindo para a elevação relativa da quantidade de rejeito, de 64% para 80%, ou seja, 16%.

⁵⁴ A quantidade coletada pelos catadores individuais está diluída na quantidade coletada pelos outros atores, com exceção da terceirizada/prefeitura.

⁵⁵ É importante ressaltar que no meio das 135 toneladas “desviadas” da coleta da prefeitura foram considerados os resíduos dos grandes geradores, sobretudo dos estabelecimentos comerciais, como supermercados e escritórios de empresas, coletados pela Coopert ou pelo intermediário, mas não incluem resíduos industriais.

TABELA 11

Índice de rejeito, de cada um dos atores da coleta seletiva, em Itaúna

Origem	Quantidade coletada (t)	Quantidade de rejeito (t)	Índice de rejeito (%)
Intermediários	128	16	13
Ascaruna	12,5	0	0
Coopert coleta direta	10,5	0	0
Total parcial	151	16	11
Coleta da terceirizada/ prefeitura	470	378	80
Total geral	621	394	64

O índice de rejeito total é de 64% (quantidade de rejeito total / quantidade coletada total), porém, o “filé” é desviado, seja pelos moradores ou por estabelecimentos comerciais, restando para a coleta da prefeitura um material cujo índice de rejeito resultará em 80%, após a etapa de triagem.

6.3.3) Fatores que interferem no índice de rejeito

Os diferentes sistemas de coleta de materiais recicláveis em Itaúna podem ser comparados segundo a quantidade coletada, a quantidade de rejeito, o tipo de coleta, a frequência, a abrangência, a composição do material coletado e o transporte (quadro 8). A influência de algumas dessas variáveis na atividade de separação na fonte já foi analisada. Neste item iremos analisar os impactos na eficiência da coleta seletiva.

Esses resíduos, em alguns municípios, são coletados junto com os resíduos domésticos, em outros, não. Como os dados levantados estão agregados não foi possível calcular a proporção que eles representam do total.

QUADRO 7 – Caracterização dos diferentes sistemas de coleta seletiva de Itaúna

	Terceirizada / prefeitura	Intermediário	Ascaruna	Coopert
Quantidade coletada (t/mês)	470	128	12,5	10,5
Índice de rejeito (%)	76	12	0	0
Tipo de coleta	Porta a porta	Ponto a ponto (grandes geradores) ⁵⁶	Rua	Ponto a ponto
Frequência (dias/semana)	3	Variável	Variável	Variável
Abrangência (%)	100	NA ⁵⁷	NA	NA
Materiais coletados	Papeis (45%), plásticos (39%), metais (6%), vidros (5%), embalagens longa vida (3%), borracha e couro (2%)	Papeis (58%), plásticos (36%) e metais (6%)	Papeis (51%), plásticos (19%), metais (28%), alumínio (1%) e vidros (1%)	
Modal de transporte	Caminhões compactadores	Caminhão carroceria adaptado	Carrinho de tração humana	Caminhão baú

Essas variáveis se combinam de formas diferentes, resultando em um modelo com um determinado índice de rejeito. Por trás desses modelos existem lógicas distintas, do mercado e do serviço público, que determinam o desenho, que cada um desses sistemas, vai assumir. As estratégias utilizadas pelos atores da coleta informal explicam como eles conseguem obter um baixo índice de rejeito. No entanto, as incoerências do sistema da coleta terceirizada/prefeitura reveladas a partir da forma de remuneração do serviço e da estratégia de terceirização, explicam parte do elevado índice de rejeito. Esses fatores, e outros de

⁵⁶ A coleta ponto a ponto dos intermediários e da Coopert é diferente da coleta ponto a ponto tradicionalmente implantada pelas prefeituras no sistema de LEVs ou PEVs. No primeiro sistema, os pontos são nos próprios geradores ou nas casas dos catadores/doadores, onde os materiais estão concentrados, já no sistema das prefeituras, os pontos são locais onde os indivíduos devem levar os materiais.

⁵⁷ NA - Não se aplica

natureza política, serão analisados no tópico “Lógica do mercado x lógica do serviço público”. Para começar a discussão, será analisado como o modal de transporte influencia no índice de rejeito.

Modal de transporte

O transporte utilizado por esses vários atores são diferentes: caminhões compactadores, carrinhos de tração humana, caminhão baú e caminhões carroceria adaptados com grades que aumentam a capacidade do transporte. A influência do transporte na contaminação de materiais se dá através da compactação dos materiais e da exposição dos materiais às intempéries.

A compactação dos materiais modifica o seu estado físico, favorecendo a aderência e mistura entre eles e interferindo na sua triabilidade e reciclabilidade. Na compactação, alguns eventos ocorrem, como:

- recipientes que contém líquido podem romper molhando os papeis, que perdem, totalmente ou parcialmente o seu valor no mercado;
- recipientes de acondicionamento dos materiais como sacolas plásticas podem romper e os materiais que estavam previamente separados são misturados com outros. Esse fenômeno reduz a chance desses materiais serem separados. Por exemplo, se uma certa quantidade de papeis picados estiver próxima, há chance deles serem recuperados com apenas um movimento dos triadores, mas, dependendo da situação, se eles estiverem dispersos e misturados a outros materiais, é financeiramente inviável para o triador pegá-los, transformando-os em rejeito. O rompimento de sacolas também expõe os materiais às intempéries, reduzindo a reciclabilidade dos papeis, por exemplo;
- caixas de papelão podem comprimir os materiais no seu interior dificultando, ou até impossibilitando, a sua separação;
- vidros podem quebrar, expondo as catadoras a situações de risco;
- restos de comida aderem aos materiais, contaminando os papeis com umidade e óleo.

Os carrinhos de tração humana e os caminhões carroceria também expõem os materiais às intempéries. Lonas são utilizadas para proteger os materiais da chuva, porém sua eficácia é limitada a situações de forte chuva ou em casos de longos trajetos expostos a uma situação de chuva amena.

Lógica do serviço público x lógica do capital

Cada um dos atores, a prefeitura, a terceirizada, a Coopert, o intermediário e os catadores produz um serviço diferente em relação aos objetivos, conforme o quadro abaixo, e, ao mesmo tempo, igual no sentido que todos coletam materiais e os encaminham para a cadeia da reciclagem, evitando que os resíduos sejam aterrados e assim poupando os cofres públicos e o meio ambiente.

QUADRO 8: Os diferentes serviços prestados pelos diferentes atores da coleta

Atores da coleta	Serviços prestados
Prefeitura	<ul style="list-style-type: none"> • Oferecer o serviço de coleta seletiva para 100% da população; • propiciar a população uma cidade limpa; • conquistar créditos políticos junto à mídia e a população.
Terceirizada	<ul style="list-style-type: none"> • Atender ao contrato da prefeitura, ao custo mínimo; • coletar os materiais dispostos pela população; • satisfazer as necessidades da população e o poder público.
Catadores informais	<ul style="list-style-type: none"> • Coletar os materiais recicláveis que garantam sua sobrevivência; • oferecer aos compradores materiais que atendam as suas exigências de qualidade.
Intermediário	<ul style="list-style-type: none"> • Coletar os materiais ao custo mínimo, atendendo às exigências dos compradores.

Os objetivos de cada ator se diferem: os catadores coletam em busca de renda para garantir a sua sobrevivência; o intermediário, numa situação um pouco mais favorável que a dos catadores, faz da coleta um negócio, no qual os lucros (do negócio) garantem a remuneração do capital investido; a empresa terceirizada oferece um serviço ao poder público que, como toda empresa prestadora de serviços, exige uma receita maior que os custos do processo; a prefeitura oferece, a toda população, um confortável serviço de coleta seletiva porta a porta; e, finalmente, a Coopert que, diferentemente do intermediário, não visa o lucro, utiliza dos recursos provenientes da coleta para aumentar a renda dos associados ou inserir mais trabalhadores no sistema cooperativista.

O sistema de coleta está relacionado tanto com a lógica do serviço público (coleta da prefeitura/terceirizada), sempre deficitária, quanto com a lógica do mercado (coleta

dos atores “informais”). A lógica do mercado é a equivalência, o valor das coisas se mede em função do seu valor de uso, que concentra na utilização material e na função das coisas (OLIVEIRA, 2010). A lógica do serviço público promove ações de interesses comuns, em que a democratização ou a abrangência de um serviço deve sobrepor à lógica mercantil. Mas como que essas diferentes lógicas influenciam no índice de rejeito?

A coleta dos catadores, do intermediário e da Coopert é regulada pelo mercado, eles coletam os materiais que “compensam”, caso contrário, eles mesmos teriam que pagar a conta, se é que já não pagam com a precarização do trabalho a que estão submetidos. A noção de “compensar” está relacionada com os custos do processo e com a receita proveniente da venda de materiais. Os custos do processo, para o intermediário e para a Coopert, estão relacionados, principalmente, ao meio de transporte e à mão de obra (VARELLA *et al.*, 2010). Já para os catadores informais, o custo mais relevante é a sua própria força de trabalho. A complexa noção de “compensar”, para um catador informal, escondida atrás da decisão de pegar ou não um material, está certamente ligada a vários fatores, entre eles, o valor material e a sua saúde.

A redução dos custos no sistema de coleta dos catadores informais evidencia algumas estratégias relacionadas a:

- a frequência, que é maior em lugares que produzem mais materiais, ou seja, não se gastam recursos somente para cumprir roteiros;
- os locais de coleta, são privilegiados os lugares onde a produção de materiais é maior;
- o tipo de materiais coletados, são preferidos aqueles com maior valor no mercado.

Nessa lógica não existe espaço para ineficiência. O intermediário, a Coopert e a Ascaruna, no ato da compra dos materiais de catadores, não pagam⁵⁸ pelo rejeito, ou se o fazem, descontam na próxima carga. Porém, nem sempre o rejeito é possível de ser controlado. Os catadores usam alguns truques para burlar o controle, como encher garrafas PET de água ou colocar materiais pesados (metal, por exemplo) no meio de cargas de plástico que valem mais. Um

⁵⁸ A lógica do mercado é dominante nessa relação, mas percebe-se também que existe solidariedade, por exemplo, há situações que o intermediário compra produtos que não tem valor comercial para “*não deixar os catadores na mão*” (responsável pela empresa intermediária).

controle minucioso significaria elevação de custos que nem sempre compensa. No caso dos materiais que são doados, certa quantidade de rejeito é admissível, se compensar os custos de coleta e triagem, que é enormemente diferente para cada um desses atores. Esse tipo de sistema favorece a eficiência sistêmica, no sentido que não são somente os custos de coleta que estão em jogo, mas também os custos de triagem.

A coleta é realizada mediante uma troca de benefícios com o gerador, seja na forma de pagamento direto ou na forma de benefícios sociais. O contato direto, que é estabelecido entre os catadores e os geradores, permite reduzir a quantidade de rejeito. Os materiais, suficientemente rentáveis dispostos pela população de Itaúna na rua, são automaticamente coletados por esses atores. O problema está justamente nos que são menos rentáveis, que estão misturados em meio aos demais materiais. Nesses casos, é necessário que a prefeitura intervenha subsidiando os custos do processo.

A prefeitura, através do recolhimento de tarifas, levanta fundos para subsidiar o serviço de limpeza urbana, entre eles a coleta seletiva de materiais recicláveis. Porém, a prefeitura não operacionaliza o processo. Ela contrata uma empresa, mediante licitação pública, para fazer o serviço. A relação entre a prefeitura e a empresa terceirizada é mediada por um contrato, em que são especificados critérios do serviço que a empresa deve fornecer. A empresa deve, então, executar o serviço, cumprindo as cláusulas presentes neste contrato, com orçamento pré-determinado, que, no caso de Itaúna, é especificado uma quantia por tonelada coletada.

A empresa terceirizada é remunerada pela quantidade coletada, independente se o material possui elevado índice de rejeito ou não. Dessa forma, para maximizar a receita, a empresa não precisa reduzir a quantidade de rejeito coletada. Como a empresa que faz a coleta seletiva e a convencional é a mesma, o que é deixado de coletar em um dia poderia ser coletado no outro, o que, numa análise mais abrangente, não faria diferença. Porém, se a empresa deixar de coletar os resíduos orgânicos dispostos no dia da coleta seletiva, gera insatisfação da população em razão do lixo que ficaria na rua, gerando um problema político para o poder público e para a empresa prestadora de serviço, que nem sempre têm interesse em pagar esse custo para reduzir a quantidade de rejeito. Outra incoerência observada é a estratégia da empresa terceirizada para reduzir os custos do processo. A redução de custo ocorre em detrimento da elevação do índice de rejeito do processo, através da utilização de caminhões

compactadores, uma vez que o contrato do serviço não especifica o tipo de caminhão ou o grau de compactação.

Nessa lógica, observa-se uma ruptura na eficiência sistêmica: o índice de rejeito interfere negativamente na produtividade da triagem, mas não interfere, da mesma maneira, na eficiência do sistema de coleta estabelecido entre a terceirizada e a prefeitura.

6.4) Armazenamento

O armazenamento é a terceira etapa do fluxograma, que aponta os processos que influenciam no índice de rejeito da coleta seletiva de Itaúna. Os materiais provenientes da coleta seletiva da prefeitura são descarregados no pátio da Coopert de acordo com a frequência e os horários do sistema de coleta da prefeitura. Durante o intervalo entre o descarregamento e a triagem, o material fica estocado no pátio do galpão. As condições e o tempo de armazenamento interferem no índice de rejeito de duas maneiras: degradando os papeis e papelões e reduzindo a triabilidade dos materiais. Quanto maior o tempo que o material ficar estocado no pátio, maior será o rejeito do processo.

Os caminhões da coleta seletiva chegam ao galpão nas terças, quintas e sábado. Os horários de chegada dos caminhões no período matutino ocorre entre 12:00 e 14:00 e da coleta noturna entre 23:00 e 01:00. Geralmente, os caminhões fazem apenas um descarregamento por roteiro. A triagem ocorre diariamente, de segunda a sexta, de 6:00 às 22:00. A chegada do material acontece por batelada, caracterizada pela carga do caminhão, e a triagem acontece de maneira contínua, com paradas diárias entre 22:00 e 06:00 do dia seguinte. Portanto, o fluxo do descarregamento e o da triagem não são sincronizados: os materiais podem ficar estocados de poucas horas a 3 dias. Nos feriados esse tempo pode aumentar para 5 dias.

O pátio de estoque não é coberto e o solo é de terra batida. Os materiais ali dispostos sofrem constantes transformações químicas e físicas, interagindo com a atmosfera e o solo e estão expostos às variações climáticas de temperatura, vento e chuva. Além disso, eles estão submetidos a condições de pressão, mais acentuada no centro da pilha.

A degradação é influenciada pelas características desses materiais. Os materiais ricos em carbono, como serragens, palhas, resíduos de poda degradam mais lentamente que os resíduos úmidos domésticos, devido à alta relação carbono/nitrogênio e às grandes concentrações de

lignina. Nos casos de resíduos ricos em proteínas, os quais há maior concentração de nitrogênio, a situação se inverte (BIDONE, 2001)⁵⁹.

Entre os materiais recicláveis triados na Coopert, os papeis e papelões degradam durante o tempo em que ficam estocados, contribuindo para a elevação do índice de rejeito do processo. Para os materiais sintéticos, como os plásticos, e os inertes, como os vidros, as condições do estoque não interfere nas suas propriedades.

O material estocado atrai vetores como urubus, ratos, gatos, baratas e uma diversidade de espécies de insetos. Essa condição gera problemas políticos com a vizinhança e expõe as triadoras a um ambiente insalubre. Segundo uma cooperada *“quanto mais amontoar (o lixo) aqui em cima (no estoque) mais problema nós tem ... tem vizinho, prefeitura, tem mau cheiro, quanto mais ele fica, mais ele vai fedendo, entendeu? E a nossa produção também fica atrasada.”*.

O atraso da produção está relacionado com a redução da triabilidade e reciclabilidade dos materiais degradados. Os materiais que ficam estocados durante longo intervalo de tempo é caracterizado pelas triadoras como barrento, assunto que será tratado no item 6.6.

6.5) Manejo dos materiais no pátio da Coopert

Os materiais são movidos do pátio para o silo por meio de uma pá carregadeira. A movimentação acelera a aeração e, conseqüentemente, a degradação aumenta, uma vez que ocorre a mistura dos materiais previamente separados, favorecendo a contaminação e compactando o material, reduzindo a triabilidade. Tudo isso contribui para elevar ainda mais o índice de rejeito do processo de logística reversa em Itaúna.

O horário de trabalho do motorista da pá carregadeira é o comercial, 8h às 17h, que é diferente do horário de funcionamento do processo de triagem, 6h às 22h, e do descarregamento do material, 12h às 14h e de 23h às 01h, conforme a linha do tempo abaixo.

⁵⁹ Embora Bidone (2001) tenha caracterizado essas reações para analisar a compostagem, as mesmas acontecem nos materiais estocados.

QUADRO 9: Linha do tempo das atividades de chegada de caminhão, operação da pá carregadeira e triagem

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Chegada de caminhões																									
Pá carregadeira																									
Turnos de trabalho																									

A tarefa do motorista da pá carregadeira é manejar o material do pátio para dentro do silo de triagem e retirar o rejeito do processo, transportando o material da pilha de rejeito para um caminhão caçamba, que leva o material para o aterro sanitário do município. Assim, a prefeitura tem um duplo custo com a coleta seletiva e assume o ônus da compactação antes da triagem. Dado o alto volume de rejeito, a prefeitura assume o custo de manter a pá carregadeira para abastecer o caminhão caçamba e ainda o custo de transporte da caçamba, da Coopert para o aterro sanitário.

Ao longo da sua jornada de trabalho, o motorista abastece o silo de forma gradual, de acordo com a demanda do processo de triagem. Porém, no final de sua jornada, ele abastece o silo de forma a ocupar toda a sua capacidade, para que os triadores do turno noturno tenham material para trabalhar até as 22 horas e que o turno da manhã possa trabalhar até o horário da sua chegada.

O movimento das pilhas se dá de diversas formas. Em uma primeira situação, conforme a figura abaixo, a pá é movimentada da parte inferior da pilha para a parte superior (situação 2), enchendo-a de materiais. Ao mesmo tempo a carregadeira desloca em direção ao centro da pilha, e vira a pá descarregando o material na própria pilha, porém mais na frente, movimentando-a. Uma vez que a pá está cheia de materiais, o motorista pode também direcioná-los diretamente para o silo.

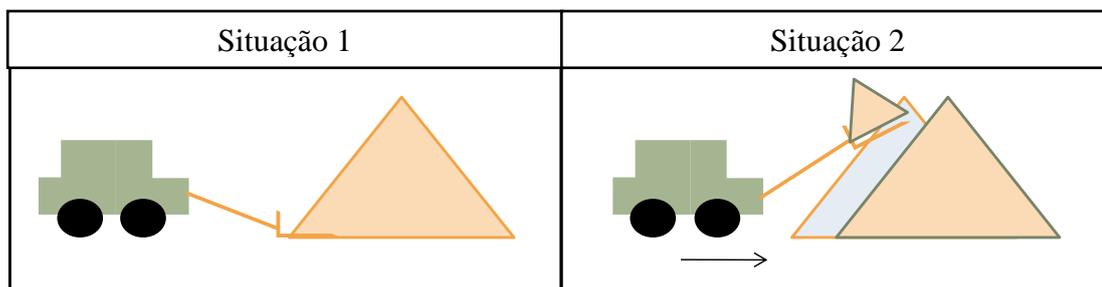


FIGURA 23 – Movimentação da pá carregadeira para deslocar as pilhas de materiais – situação 1

Quanto mais movimentos, mais os sacos são rompidos, os materiais são misturados e os vidros são quebrados. Esse tipo de movimentação também favorece à aeração do material, acelerando a sua degradação.

Outra forma de movimentação é situando a pá na parte inferior da pilha, como na situação 1, e empurrando-a. Esse procedimento é limitado pelo tamanho da pilha. A movimentação dos materiais feita dessa forma, favorece a sua agregação, além de romper os sacos e quebrar os vidros.

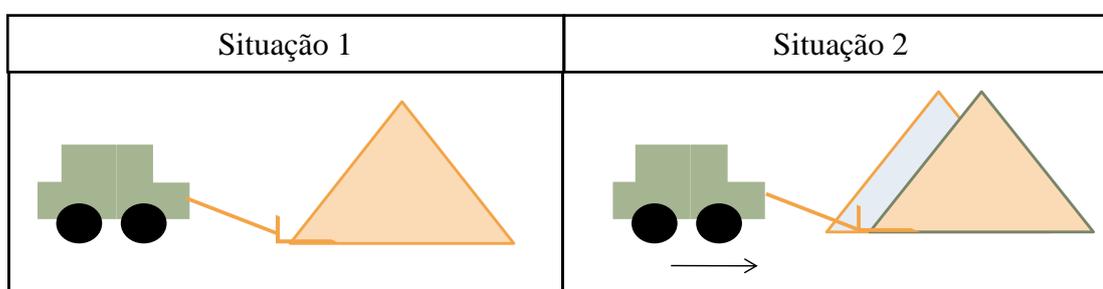


FIGURA 24 – Movimentação da pá carregadeira para deslocar as pilhas de materiais – situação 2

Nas constantes movimentações dos materiais, acontece da pá carregadeira passar por cima dos materiais que estão dispersos no chão ou em pequenas pilhas. A pá também é utilizada para fazer o acabamento do serviço, “varrendo” o restante do material que ficou espalhado no pátio. Nesse processo, a pá é posicionada rente ao solo, e a carregadeira é movimentada em direção ao silo ou a uma pilha. Como o solo é de terra batida, a terra mistura no material elevando o índice de sujeira. Ainda, numa outra situação, quando a pilha está grande, para posicionar a pá na parte superior, é necessário subir na base da pilha, comprimindo o material.

Ao longo do dia, o operador da pá carregadeira realiza movimentos, como os descritos, para transportar o material até o silo e organizar o pátio. Já na situação em que o silo deve ser completado, é necessário realizar muitos movimentos. E ainda, para que caiba material suficiente no silo, a pá carregadeira comprime o material no interior do silo, utilizando as “costas” da pá, aumentando o nível de agregação do material.

6.6) Triagem

Até agora foram analisadas quatro etapas que interferem no índice de rejeito da coleta seletiva de Itaúna, a separação na fonte, a coleta, o armazenamento e o manejo do material no pátio. De acordo com o fluxograma 20 da p. 95, falta apenas a triagem, etapa na qual o índice de 80% de rejeito é atingido. No processo de triagem, os materiais provenientes da coleta seletiva da prefeitura, da Ascaruna e da Coopert são processados, resultando em materiais recicláveis e rejeito. Como o rejeito da coleta da Ascaruna e da Coopert é baixo, ele pode ser desprezado, então o montante total de rejeito da triagem é atribuído à coleta da prefeitura. A organização sociotécnica do processo de triagem determina, em certa medida, a quantidade e qualidade do rejeito.

O objetivo deste tópico é explorar como o processo de triagem influencia na produção de rejeito. O tópico foi dividido em duas partes: descrição do processo produtivo da triagem da Coopert (item 6.6.1) e os fatores que influenciam na quantidade e qualidade do rejeito, ou seja, a velocidade, a quantidade de material colocado na esteira, o número de triadoras e a origem do material (6.6.2).

6.6.1) Processo produtivo

O processo produtivo da triagem na Coopert é realizado em uma esteira rolante, que foi instalada em uma estrutura que possui quatro níveis, conforme esquematizado na figura abaixo:

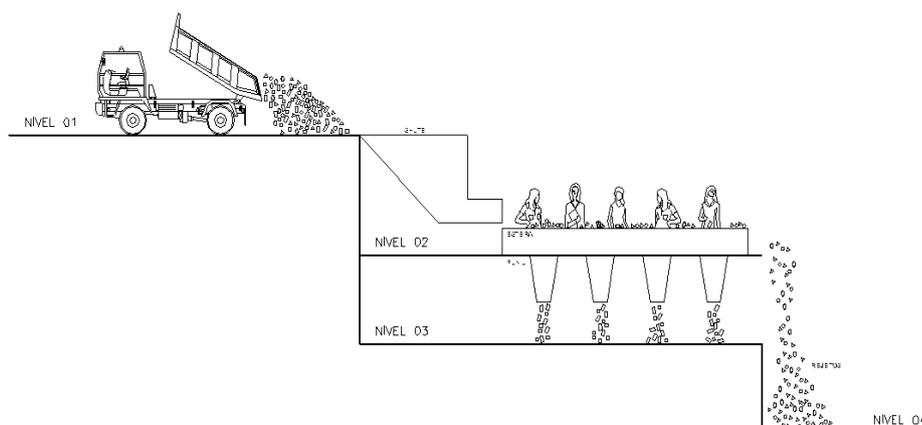


FIGURA 25 – Representação da Esteira da Coopert – Vista lateral da estrutura em quatro níveis

Fonte: Oliveira (2010)

Como visto, os materiais são manejados do nível 1 para o nível 2 pela pá carregadeira. No interior do silo, na sua parte inferior, existe uma esteira rolante. Porém, o movimento da esteira do *shut* não é o suficiente para deslocar o material até a esteira de triagem, dessa forma um trabalhador, o *shuteiro*, equipado com uma picareta, fica no seu interior, tendo a função de desagregar o material e alimentar a esteira do *shut*, que direcionará o material à esteira da triagem. Na esteira da triagem, as triadoras ficam dispostas nos dois lados, selecionando os materiais recicláveis, em diversas categorias conforme o quadro abaixo. O restante do material que segue na esteira é chamado de rejeito.

QUADRO 10 - Categorias de separação dos materiais na Coopert

Materiais	Descrição
Sucata	Materiais ferrosos, como latas de alimento, etc.
Papelão	Papelão ondulado
Papel branco	Papel de caderno rabiscado ou papel branco impresso, etc.
Mistão	Papelão com película de plástico, caixas de sapato, etc.
Mistinho	Papel jornal, papel revista, papel de propaganda publicitária, etc.
PEAD branco	PEAD branco ou transparente com rótulo e tampa.
PEAD colorido	PEAD colorido com rótulo e tampa.
PET transparente	PET transparente, sem tampa, com rótulo.
PET verde	PET verde, sem tampa, com rótulo.
PET óleo	PET óleo, com tampa, com rótulo.
Tampinha	Tampinha das garrafas PET.
PP colorido	Embalagens de margarina, achocolatado, etc.
Plástico mole branco	Sacolas plásticas brancas e transparentes.
Plástico misto	Sacolas plásticas coloridas.
Embalagens longa vida	Embalagens longa vida.
Outros	Vidros: garrafas de long neck, azeite, perfume, leite de coco, cacos, etc. Alumínio, borracha, motores, equipamentos eletrônicos, etc.

Essas categorias de materiais seguem especificações estabelecidas pelos compradores da Cooperativa. Eventualmente, algum material pode perder seu valor financeiro e deixar de ser separado, como aconteceu com as embalagens longa vida em 2009.

A atividade de triagem é realizada em uma esteira rolante. As triadoras ficam dispostas ao longo da esteira e cada uma é responsável por separar uma gama de materiais diferentes.

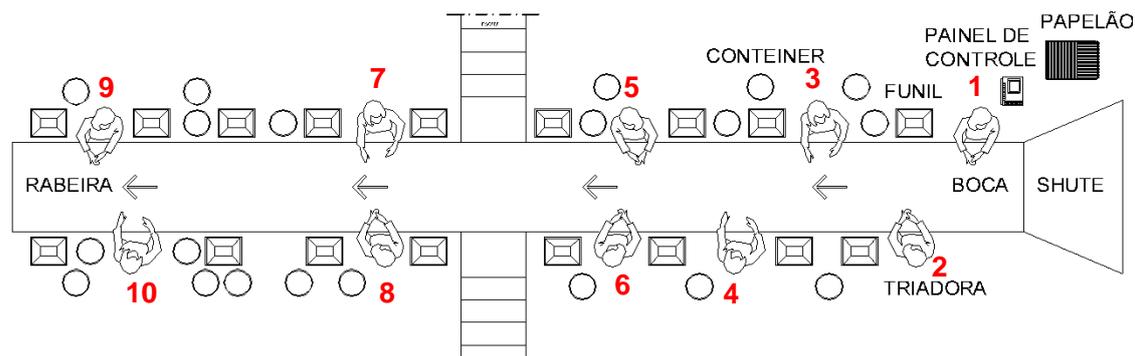


FIGURA 26 - Esteira de triagem na Coopert. Visão em planta

FONTE: Oliveira (2010)

As triadoras direcionam os materiais para diferentes recipientes. Os materiais direcionados para os funis caem em *big-bags* que estão dispostos no terceiro nível. Alguns contêineres são dispostos próximos aos funis, para receber materiais, cujo funil não está ao alcance da triadora. De tempos em tempos, esses contêineres são direcionados aos funis correspondentes, onde eles são esvaziados. Cada triadora possui um caixote de plástico, que se localiza atrás dela, onde são colocados materiais como vidros, alumínio e equipamentos eletrônicos, que passarão por uma triagem fina em um local à parte da esteira de triagem.

A triadora da boca (1) é responsável por separar o papelão, abrir os sacos, espalhar o material ao longo da esteira, separar o plástico colorido, os materiais do caixote e acionar as esteiras do silo e da triagem. A triadora (2) apóia a atividade da triadora (1) separando os papelões, os plásticos coloridos, os materiais do caixote e abrindo os sacos com uma faca.

As triadoras (3) e (4) separam os plásticos branco e colorido nos funis, as embalagens longa vida nos contêineres e os materiais do caixote. As triadoras (5) e (6) são responsáveis por separar, nos funis, o PEAD colorido, o PET verde, o PET branco e o PET óleo. As triadoras têm que retirar as tampinhas dos PET's verde e branco, que são direcionadas a outros contêineres. Elas separam também os plásticos coloridos, as embalagens longa vida nos contêineres e os materiais do caixote.

As triadoras (7) e (8) separam os papeis, branco, mistinho e mistão, em contêineres. Frequentemente chegam cadernos e livros que precisam ser descascados, ou seja, separar os

arames, as capas e as folhas. Elas separam também os plásticos coloridos nos contêineres e os materiais do caixote.

As triadoras da rabeira (9 e 10) são as últimas da esteira, portanto não podem deixar passar materiais⁶⁰. Elas são responsáveis por separar o PEAD branco, PP, os metais e plástico colorido em funis. Além disso, elas separam os plásticos duros (PET verde, branco e óleo e PEAD colorido), os papéis brancos, o mistão em contêineres e os materiais do caixote.

Alguns materiais estão presentes na esteira com maior fartura do que outros, justificando alocar mais de uma triadora para coletar esses materiais, como é o caso das sacolas plásticas, que todas as triadoras coletam. Outros materiais, como o PEAD branco, somente as triadoras da rabeira coletam.

Além dos materiais recicláveis, elas também separam os materiais que lhes interessam pessoalmente como roupas, sapatos, bolsas, enfeites, dentre outros.

O número de triadoras na esteira pode variar de 6 a 19 triadoras, em decorrência da organização do trabalho e da demanda de triagem. Diariamente as triadoras mudam de posto de trabalho, assim todas as triadoras sabem triar todos os tipos de materiais, porém cada uma tem suas preferências. As triadoras também revezam de lado da esteira para “*descansar um lado*”.

O trabalho na esteira é um trabalho em equipe, a cooperação entre as diversas trabalhadoras é uma variável importante na eficiência do processo. Cada atividade depende, em parte, da atividade que a antecede. Por exemplo, a triadora da boca, ao abrir sacos que possuem muito papel, dispõe o papel no canto da esteira para evitar que as outras triadoras, ao revirar o material, espalhem o papel e dificulte a sua recuperação. Outro fato diz respeito à situação da triadora do plástico, quando ela deixa passar algum plástico duro, a triadora do papel (que se localiza no posto à frente) o lança para ela. Quando tem materiais indesejáveis, como fezes ou animais mortos, elas os dispõem no meio da esteira para não prejudicar o trabalho das outras. Para fazer esses e outros ajustes a comunicação entre as triadoras é intensa. Elas se comunicam para parar e ligar a esteira, solicitar que o ajudante do galpão retire os *bags* que estão cheios, avisar para as outras triadoras quando contém materiais indesejáveis (fezes e

⁶⁰ Essa ação de “passar materiais” será aprofundada no item 6.6.2.

animais mortos), esclarecer se algum material tem que ser separado ou não, entre outras situações.

As atividades de apoio, como retirar *bags* que estão cheios ou retirar caixotes, são realizadas por outros cooperados.

6.6.2) Variáveis do processo e a produção de rejeito

O ritmo da esteira, resultante da interação entre o sistema técnico, a atividade das triadoras e o material proveniente da coleta seletiva, é uma das variáveis determinantes da quantidade e qualidade do rejeito do processo.

Como vimos, cada triadora executa uma atividade diferente, ou seja, cada uma é responsável por pegar uma gama de diferentes materiais e executar outras tarefas, como ligar e desligar a esteira e abrir sacolas. Cada uma dessas atividades se desenvolve simultaneamente, sob a mesma cadência imposta pela esteira. Porém, o material bruto que está diante das triadoras é heterogêneo em termos de composição, ou seja, a proporção de cada tipo de material reciclável presente nele é variável e não é distribuído uniformemente. Além disso, o material bruto pode variar em termos de degradação, agregação, odor e peso, o que influencia a atividade de triagem. Dessa forma, o tempo exigido, para que uma triadora execute a sua tarefa, não é constante ao longo da jornada de trabalho e é diferente para cada um dos postos de trabalho.

A divisão dos materiais que devem ser coletados entre as triadoras é uma forma de balancear a linha, ou seja, os materiais recicláveis que estão mais presentes no material bruto são coletados por um número maior de triadoras, por exemplo, a sacolinha plástica. Além disso, o balanceamento das atividades depende também de ajustes de outras variáveis controláveis pelas triadoras no dia a dia do trabalho, como o tempo de esteira parada e em movimento, o número de trabalhadores e a quantidade de material na esteira.

O rejeito do processo é composto de materiais não recicláveis, como resíduos orgânicos e resíduos de banheiro, mas também de materiais recicláveis como sacolinhas e papeis. Muitos materiais que eram recicláveis se degradaram antes de chegar na etapa de triagem, engrossando ainda mais a pilha de rejeito. Mas porque os materiais que ainda são recicláveis não são 100% recuperados na triagem?

No decorrer da atividade, ora as triadoras deixam passar materiais que poderiam ser recuperados, ora elas param o processo para poder pegá-los, nesse jogo de coordenação, mais ou menos rejeitos são produzidos. O volume da pilha de rejeito formado ao longo da atividade de triagem foi medido em algumas situações distintas, conforme quadro abaixo:

QUADRO 11 – Volume de rejeito produzido em determinadas configurações organizacionais

Dia	Caracterização da situação	Volume da pilha de rejeito durante um intervalo de 15 minutos (m³)
15/10/2010 Sexta-feira	18 triadoras, esteira cheia, material estocado 1 dia no pátio .	2
18/10/2010 Segunda-feira	15 triadoras, esteira cheia, material estocado 2 dias no pátio, sendo que houve chuva neste período.	2,67
18/10/2010 Segunda-feira	8 triadoras, esteira vazia, material estocado 2 dias no pátio, sendo que houve chuva neste período.	1,69
09/11/2010 Terça-feira	17 triadoras, esteira cheia, material estocado 3 dias no pátio, houve chuva neste período.	2,24
09/11/2010 Terça-feira	8 triadoras, esteira vazia, material reciclado coletado no mesmo dia	1,18

Percebe-se nos registros acima que para cada uma das situações analisadas o índice de rejeito se modifica. Apesar da amostra pequena, existe uma tendência geral nos dados acima: nas situações em que as triadoras trabalham com turno dobrado, de 15 a 18 triadoras, e com esteira cheia é produzido mais rejeito que na situação de apenas um turno, 7 a 8 triadoras, com esteira vazia. Na sequência deste tópico, serão analisadas algumas variáveis que interferem no ritmo da esteira e na produção de rejeito: a velocidade, a quantidade de material sobre a esteira, o número de triadoras e a origem do material. Entender essas variáveis ajudará a explicar a questão colocada acima sobre a presença de material reciclável no rejeito.

Velocidade da esteira de triagem

A velocidade da esteira é constante, porém o controle de acionamento é comandado pelas triadoras. A parada da esteira evita que materiais recicláveis passem e caiam na pilha de rejeito “*tem hora que, se a gente não parar, perde material*” (triadora). Dessa forma, quanto maior a velocidade⁶¹, menor a chance de recuperar os materiais, resultando em maior índice

⁶¹ A atividade de triagem se desenrola ora com a esteira em movimento, ora com a esteira parada, resultando em uma velocidade média, que, para simplificar, foi chamada apenas de velocidade.

de rejeito. Mas o que está por trás da decisão de parar a esteira por um determinado intervalo de tempo?

Foi registrado o tempo da esteira parada e em movimento, em seis situações distintas, conforme os dados da tabela abaixo. Percebe-se que a proporção de tempo que a esteira permanece em movimento varia de 34% a 83% do tempo total. Apesar dessa grande variação, não foi possível estabelecer, a partir dos registros, nenhum tipo de correlação entre o tempo de esteira em movimento e a produção de rejeito, pois outras variáveis, como número de triadoras, quantidade de material sobre a esteira, tempo de material estocado e condição climática, também estão presentes, interferindo no índice de rejeito.

QUADRO 12 – Tempo de esteira parada e em movimento em seis situações diferentes

Dia	Caracterização da situação	Esteira parada (%)	Esteira em movimento (%)
15/10/2010 Sexta-feira	18 triadoras, esteira cheia, material estocado por 1 dia no pátio .	32	68
15/10/2010 Sexta-feira	9 triadoras, esteira vazia, material estocado por 1 dia no pátio.	56	44
18/10/2010 Segunda-feira	15 triadoras, esteira cheia, material estocado por 2 dias no pátio, sendo que houve chuva.	17	83
18/10/2010 Segunda-feira	8 triadoras, esteira vazia, material estocado por 2 dias no pátio, sendo que houve chuva.	50	50
09/11/2010 Terça-feira	8 triadoras, esteira vazia, material estocado por 3 dias no pátio, sendo que houve chuva.	31	69
10/11/2010 Quarta-feira	14 triadoras, esteira cheia, material estocado por 1 dias no pátio, sendo que houve chuva neste período, dia de pagamento.	66	34

Apesar de não ser possível, a partir dos dados acima, estabelecer relações entre as diversas variáveis do sistema, o comportamento aleatório de dados revela a complexidade das relações que se estabelecem na atividade de triagem, que são dificilmente apreendidas por dados quantitativos. Dessa forma, análises qualitativas são mais favoráveis para compreender como as diversas variáveis se relacionam com a produção de rejeito.

Se, por um lado, a baixa velocidade da esteira favorece a redução do rejeito, pois viabiliza a coleta, por outro lado, reduz a produtividade do sistema. As paradas da esteira evidenciam um *trade-off* entre qualidade da triagem (redução de rejeito) e quantidade (produção). O ganho segundo um critério acontece em detrimento do outro.

Na atividade de trabalho das triadoras, este *trade-off* está por trás das decisões relativas a quando parar a esteira, porém existem outros fatores que complexificam ainda mais essa decisão, como a coordenação das atividades das triadoras, antecipação de eventos futuros, prioridade na triagem de materiais e a regulação da atividade.

1) Coordenação da atividade das triadoras:

O tempo que a esteira fica parada está relacionado com a coordenação da atividade entre as triadoras: “*A esteira não pode ficar parada um tempão... por exemplo... se a gente para e fica alguém parado... não pode*”. Enquanto a triadora que solicita a parada está trabalhando, as outras podem não ter mais materiais para trabalhar, dessa forma, a duração da parada não pode ser curta, a ponto de perder muito material, nem muito longa, deixando as outras triadoras sem material para trabalhar.

Paradas em intervalos menores com maior frequência é favorável para a coordenação das atividades, na medida em que há maior chance das triadoras terem permanentemente materiais para selecionar. Intervalos longos favorecem a ociosidade das triadoras e a queda na produtividade.

2) Antecipação de eventos futuros

O material bruto, que passa diante das triadoras, não possui características homogêneas: em determinados momentos a triadora está diante de um material rico na categoria que ela está separando, em outros, ela custa a encontrar algo que lhe seja útil. No curso da atividade, as triadoras quando estão diante de uma quantidade grande de materiais que devem ser recuperados, elas os puxam para trás, ainda com a esteira em movimento, para não perdê-los, e tenta triá-los juntamente com o novo material, antecipando a situação de escassez de material. Caso seja possível separá-lo no momento seguinte, não é necessário parar a esteira, caso contrário, a esteira é parada. Nessa situação, as triadoras antecipam a situação futura, reduzindo a necessidade de parar a esteira.

Em outra situação, a antecipação evita futuras paradas mais longas. O ajudante, que exerce função de apoio na triagem, redireciona ao silo, os materiais recicláveis que caem no pátio, fora dos funis e dos contêineres. Esse material, de certa forma, já selecionado, mas ainda não separado, é rico em materiais recicláveis, o que acarreta intensificação do trabalho de triagem.

Antecipando essa situação, a triadora, que já estiver com um determinado acúmulo de material, solicita a parada para evitar uma futura parada mais longa.

3) Prioridade de materiais

Foi observado que diante de alguns materiais as triadoras não param a esteira, porém, diante de outros, a solicitação é realizada. Quando as triadoras da rabeira foram questionadas sobre qual material não dá para passar, as respostas obtidas foram: “*alumínio, plástico*” (triadora I), “*plástico*” (triadora L), “*PET e o papel branco*” (triadora C). Outra triadora ao ser questionada sobre parar para pegar papel, respondeu: “*pro papel misto não, só se for muito branco. Tem gente que quando vê um tiquinho de jornal ou alguma coisinha, tá parando... tem papel que não tem um valor assim ...*” (triadora D).

Percebe-se que os materiais que tem maior valor no mercado, como o alumínio, os plásticos (PET, PEAD, PEBD) e o papel branco, são os que as triadoras priorizam. A atitude de parar a esteira para pegar jornal, por exemplo, que não tem elevado valor comercial é questionada pelas outras triadoras do grupo.

4) Regulação da atividade

As paradas da esteira estão relacionadas com a sobrecarga física do trabalho de triagem, revelando uma estratégia de regulação das triadoras. Quando a esteira está parada, as triadoras aproveitam para fazer outras atividades como beber água, café, acender cigarro, “subir material” e “descascar” o papel. Essas atividades rompem com o trabalho repetitivo e pesado da triagem.

Quantidade de material sobre a esteira

A quantidade de material sobre a esteira é uma variável controlada pelas triadoras e é resultante da coordenação da atividade do *shuteiro* e da triadora da boca. A esteira cheia dificulta a identificação dos materiais, pois eles podem ficar escondidos no meio dos outros. Segundo o relato de uma triadora, “*quando a esteira tá cheia... a gente acaba perdendo alguma coisinha*” (triadora M). Dessa forma, quanto mais cheia estiver a esteira, mais materiais não serão triados, aumentando o índice de rejeito.

A alimentação da esteira de triagem é feita por uma outra esteira que move o material dentro do *shut*, porém, somente o seu movimento não é suficiente para que o material caia sobre a esteira. O *shuteiro* desagrega o material dentro do *shut*, regulando a quantidade de material sobre a esteira. O acionamento da esteira do *shut* é controlado pela triadora da boca, a mesma que controla a esteira de triagem. É através da coordenação entre a movimentação dessas duas esteiras que a triadora da boca dosa a quantidade de material sobre a esteira.

Uma triadora descreve a sua atividade de regular o material na esteira da seguinte forma: “*não pode cair nem de mais nem de menos, tem que ficar na quantidade certa*” (triadora D). A “*quantidade certa*” está relacionada com pelo menos três fatores: coordenação da atividade das triadoras, sobrecarga e rendimento.

1) Coordenação das atividades

A quantidade certa é caracterizada por uma triadora como: “*tem que ter material, o povo não pode deixar de mexer*” (triadora D). Esse fenômeno é similar ao observado na variável velocidade. A quantidade de material sobre a esteira tem que ser tal, que forneça material para todas as triadoras trabalharem. A situação de esteira muito vazia pode deixar algumas trabalhadoras ociosas e a situação inversa pode gerar uma sobrecarga de trabalho.

A triagem de alguns materiais com a esteira cheia é mais crítica que outros, como a PET “*PET, com a esteira cheia, é osso*” (triadora R). A triagem do PET, assim como a dos plásticos duros, que “*não pode deixar passar*”, é intensificada com a esteira cheia.

2) Sobrecarga da atividade

A atividade de triagem, apesar de parecer um trabalho simples e puramente mecânico e repetitivo, é uma atividade que requer habilidade físicas e cognitivas. Os aspectos cognitivos estão relacionados com o trabalho de identificação e classificação dos materiais. A visão, o tato, os ouvidos e o olfato são mobilizados na identificação de materiais. As diferenças entre determinados tipos de plásticos, por exemplo, requer que ele seja apertado ou que seja batido em alguma estrutura para que as triadoras identifiquem o seu ruído. Para identificar os diferentes materiais, aos quais as triadoras são confrontadas a cada dia, é necessário tempo. A sobrecarga cognitiva do trabalho com a esteira cheia foi caracterizada por uma triadora: “*aqui*

eles não dão tempo pra gente pensar... olha a quantidade de lixo na esteira... não precisava disso não” (triadora R). O “pensar” está ligado à atividade de identificação dos materiais.

A sobrecarga física também é intensificada quando a esteira está cheia. As triadoras precisam revirar o material para ver se encontram algum que elas devam pegar. A atividade de revirar o material com a esteira cheia é mais “pesada”, segundo as triadoras, que com a esteira vazia: *“o lixo fica pesado... não dá para revirar o material inteiro... acaba passando material por baixo”* (triadora C). O “peso” do material determina a sobrecarga física da atividade, que acaba gerando mais perda, engrossando a pilha de rejeito.

3) *Trade off* entre quantidade e qualidade

Uma triadora ao ser instigada a comparar a situação da esteira cheia e a esteira vazia, disse: *“quando tá vazia, você pega mais, mas não rende”*. Quando a esteira está vazia, você “pega mais”, ou seja, vai menos material reciclável para o rejeito, porém a quantidade de material selecionado por unidade de tempo é menor, por isso *“não rende”*. Essa frase caracteriza o *trade-off* entre quantidade de rejeito e a produção da cooperativa.

Número de triadoras na esteira

O número de triadoras na esteira também determina a quantidade de materiais que será possível de ser recuperada e os que vão engrossar a pilha de rejeito. Essa relação é direta, quanto maior o número de triadoras, menor a quantidade de rejeito, se mantidas as outras variáveis constantes.

Origem do material

A qualidade do material bruto influencia na atividade das triadoras, favorecendo ou não a sua triagem. As características de homogeneidade (proporção e distribuição), adesão, contaminação com materiais orgânicos e formas de acondicionamento são diferentes quando se compara os materiais brutos provenientes da coleta do resíduo seco da zona urbana, da coleta da zona rural e da ASCARUNA. Os materiais provenientes desses diferentes tipos de coleta influenciam a triabilidade dos materiais e as condições de trabalho, afetando o índice de rejeito.

1) Material proveniente da coleta seletiva da prefeitura

O material proveniente da coleta seletiva da prefeitura possui elevado índice de matéria orgânica, favorecendo a degradação, o mau odor e a atração de insetos. A exposição das triadoras a condições insalubres reduz a produtividade uma vez que a esteira é parada com menor frequência, para que o material seja processado com maior rapidez.

As triadoras denominam o material da prefeitura, após alguns dias estocados no pátio ou após exposição à chuva, de “barrento”. Segundo uma triadora *“o barro não atrapalha para eles (os recicladores de plásticos) porque eles lavam. Atrapalha pra gente”*.

As sacolinhas plásticas, utilizadas para carregar as compras e fornecidas gratuitamente pelos supermercados, são normalmente utilizadas como recipiente de acondicionamento dos materiais secos. Na primeira etapa de triagem, essas sacolinhas são abertas uma por uma. Como a capacidade delas é pequena e o índice de rejeito é alto, é necessário abrir várias sacolinhas para achar algum material reciclável, essa situação é ilustrada por uma frase de uma triadora: *“...é sacolinha por sacolinha, tem hora que você tem abrir umas 50 sacolinhas desse tamaizinho assim para achar uma latinha de massa de tomate”*. *“Vem umas 50 sacolinhas amarradas, daí fica difícil de separar, ou vem um monte uma dentro da outra”*

2) Material proveniente da coleta do setor rural

Os materiais provenientes da coleta da zona rural possuem características similares ao da coleta seletiva da zona urbana, em termo de qualidade do material, porém distinto pela forma de acondicionamento.

Como na zona rural não há duas coletas, a convencional e a seletiva, os resíduos domésticos são comumente dispostos no mesmo recipiente. Além disso, são armazenados em grandes recipientes, como sacos de ração e outros sacos de armazenagem de adubo e alimentos. Esses sacos são pesados, dificultando o manuseio, e difíceis de abrir ou rasgar, sendo necessário o uso de facas.

3) Material proveniente da Ascaruna e da coleta da Coopert

Os materiais provenientes da coleta da Ascaruna e da Coopert possuem baixo índice de rejeito. Os rejeitos geralmente são materiais secos, similares aos recicláveis, por exemplo, de plásticos que não são recicláveis. Os plásticos e os papeis já estão pré-selecionados em

algumas categorias. Como a proporção de rejeito é baixa, a velocidade da esteira também é baixa, para ser possível a recuperação máxima do material.

CAPÍTULO 7

CONCLUSÃO

Nesta dissertação discute-se o lugar da reciclagem em sistemas de gestão integrada de resíduos sólidos urbanos (GIRSU), que, no Brasil, ainda não se cristalizou em modelos tecnicamente e socialmente legitimados. Além de várias dificuldades técnicas dos processos industriais de transformação, para se efetivar a reciclagem dos diversos resíduos, enfrentam-se problemas nas fases anteriores de coleta e triagem dos materiais, que em uma primeira aproximação pode-se denominar de logística reversa. No Brasil, essas dificuldades fazem com que a reciclagem, embora prevista em lei e contando com grande apoio popular graças à atuação organizada dos catadores, seja pouco expressiva em termos de contribuição para solucionar o problema do lixo urbano como um todo. Em média, apenas 2% do lixo produzido no Brasil é reciclado. Isso fragiliza a defesa da reciclagem como alternativa prioritária na hierarquia dos processos de tratamento dos resíduos urbanos. Processos de tratamento menos sociais e ambientalmente sustentáveis, como a incineração, acabam ganhando espaço nos sistemas de GIRSU. Portanto, compreender porque a reciclagem, em especial nas fases iniciais da logística reversa, não consegue ampliar sua escala torna-se fundamental para assegurar sua sustentabilidade econômica, ambiental e social.

Ao desenvolvermos as pesquisas que forneceram os materiais para esta dissertação, fomos levados, entre outros problemas e dificuldades, a analisar as deficiências dos sistemas de coleta seletiva, comumente associados à reciclagem. No âmbito da coleta seletiva, outro problema chamou a atenção: a baixa qualidade dos materiais da coleta seletiva, ou seja, a grande quantidade de rejeito. Além de leituras teóricas que nos ajudaram a contextualizar a questão do lixo em sociedades mercantis, a pesquisa empírica, realizada em Itaúna, município mineiro com experiência de 11 anos de implantação de sistemas de coleta seletiva, conduziu nossa investigação para as seguintes questões:

- 1) Quais fatores, operacionais e organizacionais, estão relacionados com o elevado índice de rejeito dos sistemas de coleta seletiva, para além da consciência ambiental da população como é comumente tratado?
- 2) Quais as possibilidades de melhoria na eficiência da logística reversa que garantiriam a sustentabilidade econômica, técnica, social e ambiental do processo?

- 3) Quais as possibilidades da reciclagem assumir um lugar expressivo no interior de sistemas de GIRSU?
- 4) Frente à lógica de produção e consumo da sociedade moderna, que geram efeitos negativos sobre a sociedade e o meio ambiente, quais os limites e possibilidades das alternativas de tratamento como forma de amenizar os efeitos maléficos do lixo e da exclusão social?

O sistema da coleta seletiva de Itaúna, sob um primeiro olhar, parece perfeito do ponto de vista do serviço oferecido à população e da inserção dos catadores no sistema. A coleta seletiva abrange 100% da população urbana, proporcionando às pessoas um sistema confortável: coleta porta a porta e com frequência relativamente elevada de três vezes por semana. A prefeitura, através de uma empresa terceirizada, coleta e transporta os materiais até o galpão de triagem da Coopert, que não tem nenhum ônus referente ao transporte, bastando triar os materiais. Porém, quando se aproxima do funcionamento real do processo, várias incoerências começam a aparecer, como aquelas evidenciadas a partir da análise do rejeito do processo.

Até que os resíduos gerados pela população de Itaúna cheguem às empresas de transformação, há um longo caminho a percorrer. Os materiais têm que passar por vários obstáculos para chegar às empresas recicladoras. Do montante de resíduos produzidos pela população de Itaúna, 29% é recolhido pelo sistema de coleta seletiva formal do município, sendo que, no fim do processo de logística reversa, apenas 6% serão encaminhados para a reciclagem (figura 27). Por que um sistema de coleta seletiva que coroa experiências de tantos anos, organizado com um sistema logístico que oferece serviços de alta qualidade à população e tendo na ponta uma das cooperativas de catadores mais bem organizada ainda comporta tantos rejeitos? Mais do que isso, por que as ações para melhorar a qualidade do material da coleta seletiva não têm surtido efeito, levando a pensar que a coleta seletiva chegou a seu limite?

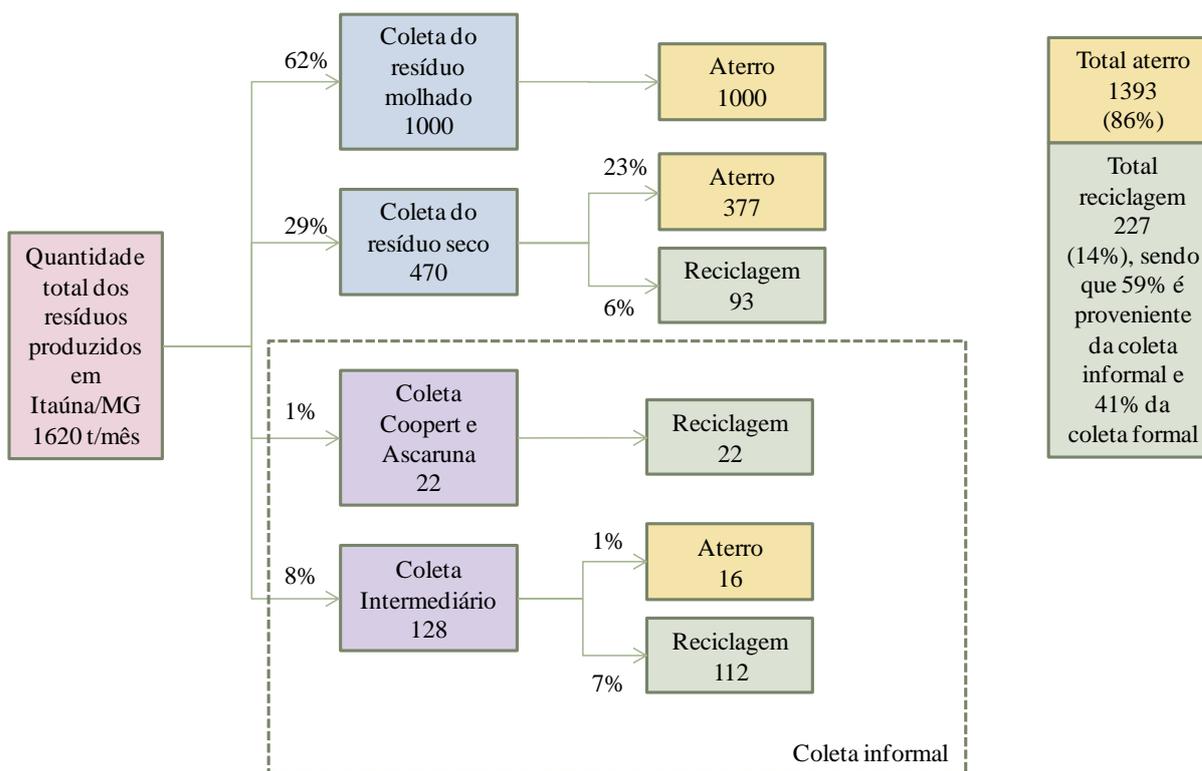


FIGURA 27 – Balanço da destinação dos resíduos sólidos urbanos de Itaúna (MG)

As dificuldades começam na separação domiciliar ou em casas comerciais. O sistema de coleta seletiva é composto de um conjunto de regras que vai determinar, em certa medida, o comportamento dos indivíduos. Aqueles que cometem equívocos, em relação aos critérios de separação entre seco e molhado, ou que a programação da coleta (dia, horário e frequência) é incompatível com o seu dia a dia, ou ainda, possui um espaço inadequado para a estocagem de materiais na sua residência, podem destinar os resíduos erroneamente, resíduo seco no dia do molhado, desviando os materiais recicláveis do caminho.

Muitos moradores separam cuidadosamente os materiais recicláveis para doá-los ou vendê-los aos catadores, à Coopert, à Ascaruna ou ao Intermediário, não sendo dispostos para a coleta formal da prefeitura. No caso dos resíduos dispostos nas ruas, outras dezenas de catadores vão coletar os materiais que os interessam, antes da coleta formal. Somente os resíduos que restaram serão recolhidos pela prefeitura via sistema formal de coleta. Pelos outros caminhos, alternativos à coleta da prefeitura, os materiais também chegam até a indústria da reciclagem, porém, passando por um caminho paralelo, elevando o percentual de reciclagem para 14%.

Os materiais provenientes da coleta formal ainda têm que resistir à compactação ocorrida no caminhão compactador, à degradação material provocada pela sua exposição às intempéries, durante o intervalo de estocagem do material na Coopert, e à compactação ocasionada pelo manejo do material, do pátio ao silo de triagem.

Na triagem, os materiais que são capturados pelas habilidosas triadoras chegam ao final à indústria da reciclagem. Na triagem, o ritmo da esteira, resultante do sistema sociotécnico, influenciado pela velocidade da esteira, quantidade de material, número de triadoras e origem do material, resulta na produção de rejeito com determinadas características quantitativas e qualitativas. A atividade de triagem não consiste numa atividade simples de separação de materiais. É uma atividade complexa que envolve a coordenação da atividade entre as triadoras, antecipação de eventos futuros, escolhas relativas aos materiais que devem ser priorizados e estratégias de regulação da atividade para lidar com a sobrecarga de trabalho. Essa complexidade da atividade de triagem é resultante de um conjunto de determinações anteriores, presentes ao longo das diversas etapas que compõem a logística reversa.

A análise do índice de rejeito fornece pistas de como melhorar o sistema como um todo. Ao longo do caminho reverso dos materiais são revelados alguns *trade-offs*, que devem ser levados em conta pelos tomadores de decisão, visando à eficiência sistêmica:

1. A frequência elevada reduz o tempo de estocagem dos materiais na Coopert e na casa das pessoas, tornando o serviço mais conveniente para ambos, embora eleve o custo do processo;
2. a frequência de coleta uniforme em todo o município pode facilitar a mobilização, porém pode ser sub ou superestimada em determinadas regiões;
3. a organização da coleta poderia ser organizada levando em consideração a minimização do tempo de estocagem do material na Coopert. Os dias de coleta poderiam ser diferente em determinadas regiões do município, garantindo o abastecimento constante de material na triagem.
4. a separação entre seco e molhado pode facilitar a mobilização da população, mas pode induzir a erros;

5. no sistema de coleta seletiva em dias alternados com a coleta convencional, cria-se a necessidade de estocagem dos resíduos orgânicos o que pode dificultar a adesão das pessoas à coleta seletiva;
6. o uso de caminhão compactador reduz o custo da coleta para a empresa terceirizada, mas eleva o índice de rejeito do processo de triagem;
7. o aumento da rentabilidade do sistema de triagem, que está ligado ao ritmo da esteira, ocorre em detrimento da elevação do índice de rejeito;
8. a coleta dos catadores ao mesmo tempo que é interessante do ponto de vista do rejeito, não é vantajosa para a ampliação da reciclagem, uma vez que não são coletados os materiais menos rentáveis.

Um dos principais problemas da logística reversa de Itaúna são os interesses divergentes dos diversos atores envolvidos no processo. Para a prefeitura, a qualidade do serviço oferecido à população é primordial, sendo assim os materiais que são dispostos nas ruas devem ser coletados, independentemente se estão separados conforme o modelo de coleta seletiva convencional. Já a empresa terceirizada deve atender ao contrato firmado com a prefeitura, reduzindo os custos e maximizando a receita, conforme a lógica de qualquer empreendimento capitalista. Portanto, lhe é indiferente carregar os caminhões de materiais recicláveis e não recicláveis misturados, sobretudo porque são sempre compactados. Para os catadores, o rejeito configura como um problema real, pois reduz a produtividade do sistema de triagem, limitando os ganhos da cooperativa e expondo os trabalhadores a condições precárias de trabalho. Esses interesses divergentes interferem na eficiência de todo o sistema, comprometendo a qualidade e a quantidade de materiais que são encaminhados à reciclagem.

A ampliação da reciclagem é possível com a melhoria do sistema de logística reversa. O elevado custo do processo está ligado à baixa eficiência do sistema. Porém, deve-se ponderar sobre as tecnologias utilizadas, pois são relativamente recentes e estão consolidando suas bases técnicas e organizacionais. Sendo assim, investimentos em tecnologias operacionais e organizacionais resultam em boas melhorias de eficiência do processo, como acontece frequentemente nas indústrias inovadoras. Assim análises estáticas da logística reversa não abrangem a possibilidade de redução de custos e de melhorias, o que nos leva a tomar o estado atual como referência para analisar o potencial. Como foi visto no caso de Itaúna,

existem várias possibilidades de melhorias do processo, que podem reduzir os custos globais e melhorar as condições de trabalho dos catadores.

A discussão e definição das condições de efetividade da logística reversa, ainda que se trate apenas de uma parte da cadeia da reciclagem, tem repercussões sobre toda a cadeia produtiva, sendo fundamental para orientar o debate mais amplo sobre alternativas de tratamento de resíduos e sua composição em sistemas de GIRSU.

O desafio de garantir o espaço da reciclagem no interior dos sistemas de GIRSU está na própria organização e operacionalização: como ultrapassar sua incipiência e expandir as suas taxas de crescimento, garantindo, na prática, o seu espaço, inicialmente assegurado por instrumentos legais. Os entraves da reciclagem, como foram ressaltados no capítulo 4, estão relacionados ao seu parque industrial, ainda incipiente e concentrado nas grandes cidades e ao processo de logística reversa dos materiais, que se revela ineficiente.

A logística reversa não se resolve apenas em cálculos econômicos com base nas condições atuais, implica em problemas práticos, como o desenvolvimento e implementação de sistemas eficientes. Nesse sentido, tanto pela história como pelas competências técnicas acumuladas, os catadores têm um papel estratégico determinante na definição dos rumos da gestão integrada dos resíduos urbanos. Os catadores, agentes tradicionais nos espaços urbanos, que já conquistaram um reconhecimento formal, podem e devem ter um lugar na organização e gestão de sistemas integrados de resíduos sólidos. O aparecimento de alternativas, como a incineração, e a necessidade de se recorrer a técnicas de gestão mais elaboradas para atender as exigências rigorosas dos serviços de coleta de resíduos urbanos são ameaças à atividade dos catadores; entretanto, podem oferecer oportunidades para o desenvolvimento, tendo em vista que são atores indispensáveis para se equacionar o problema do lixo.

Eis o desafio que se coloca aos catadores na conjuntura atual, já não basta retirar do lixo a sua sobrevivência, problema que deve ser resolvido em uma labuta repetida a cada dia; ele tem que lidar com a complexa questão de qual é a melhor destinação do lixo, não apenas do ponto de vista dos catadores, mas da sociedade como um todo. Diante dessa realidade, quais as condições dos catadores garantirem o seu espaço no interior dos sistemas de GIRSU?

Os catadores atuam, sobretudo, na coleta informal e na triagem dos materiais recicláveis. Essa condição evidencia sua posição desfavorável no elo da cadeia produtiva, com a menor

arrecadação. O sistema de coleta e triagem dos catadores apresenta três limitações importantes: 1) remuneração baixa ; 2) falta de tecnologia e 3) abrangência reduzida da coleta seletiva.

Quatro estratégias gerais podem ser indicadas para que a reciclagem e o catador assumam um espaço mais relevante nos sistemas de GRSU, considerando que a ampliação da atuação do catador na cadeia produtiva da reciclagem irá contribuir muito para a eficiência de todo o sistema. A primeira estratégia é inseri-los como prestadores de serviços de coleta seletiva, essa inclusão irá melhorar a produtividade da triagem, aumentando a qualidade dos materiais que chegam às associações. A experiência do catador em mobilização social e a criação de vínculos entre eles e a população são essenciais para os bons resultados.

Uma segunda estratégia é o aumento da produtividade do processo de triagem e de coleta. Os processos mecanizados de triagem e coleta aumentam a produtividade quando comparados aos processos manuais, porém a viabilidade econômica de tais investimentos, assim como o acesso aos recursos, configuram-se como um desafio.

A eficiência da coleta e da triagem pode ser otimizada com a transferência de custos dos catadores para a população, ou seja, à medida em que a população como um todo trabalha mais na separação dos materiais, estes chegam às associações com melhor qualidade, reduzindo a demanda de transporte e aumentando a produção da triagem. Essa terceira estratégia poderia ser viabilizada através da criação de incentivos, morais e financeiros, beneficiando as pessoas que aderem e punindo os que não aderem à coleta seletiva, aumentando com isso a qualidade da separação na fonte.

A quarta estratégia seria a agregação de valor aos materiais triados pelos catadores, o objetivo seria aumentar a renda das ACs e possibilitar investimentos em melhorias no processo.

Além de complexa, a questão do lixo requer investimentos vultosos, o que exige soluções criativas para não gerar mais desperdícios de dinheiro público. A inserção dos catadores no sistema de GRSU aponta direções interessantes para lidar com os efeitos externos, fruto da dinâmica de produção e consumo do sistema capitalista, unindo, por meio da desigualdade, a miséria da população à geração de lixo em grande escala.

REFERÊNCIAS

ACKERMAN, F. *Cost-effective Recycling*. In: Rethinking the waste hierarchy. Rasmussen, C. (org) Compenhague: Environmental Assessment Institute. 2005

ALTVATER, E. **O preço da riqueza: pilhagem ambiental e a nova (des)ordem mundial**. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1995. 333 p.

Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE). *Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2009*. São Paulo: Abrelpe, 2009. 210 p.

Association de Cités et Regions pour le Recyclage et la Gestion Durable des Ressources (ACR). **Déchets Municipaux en Europe: vers une société européenne du recyclage**. Victores Éditions. Paris. 2009

BALET, J. M. **Gestion des déchets**. Paris, 2° Ed. Dunod. 2008

BARBIERI, J. **Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos**. 2° ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2007.

BELO HORIZONTE. Superintendência de Limpeza Urbana. *Relatório de geração anual de resíduos 2008*, Belo Horizonte, 2009.

BELO HORIZONTE. Superintendência de Limpeza Urbana. *Relatório de caracterização dos resíduos sólidos de Belo Horizonte*. Prefeitura Municipal de Belo Horizonte, 2004

BENHAMOU Y. *Comparison of environmental performance of waste-to-energy (WTE) plants in France with Denmark and Germany*. Columbia University, 2010.

BERTOLINI, Gérard. **Economie des déchets**. Paris: Edition Technip. 2005. 178 p.

BERTOLINI, Gérard. **Rebuts ou ressources? La socio-économie du déchet**, Paris: Éditions Entente. Collection Cahiers de l'écologie. 1978

BIDONE, F. R. A. (Org.). **Gestão de resíduos sólidos urbanos - Metodologias e técnicas para redução na fonte, reutilização e reciclagem de resíduos sólidos urbanos**. 1ª ed. Rio de Janeiro: FINEP/ABES/CEF, 1998. 55 p.

BIDONE, F. R. A. (Org.). **Resíduos sólidos provenientes de coletas especiais: Eliminação e valorização**. 1ª ed. Rio de Janeiro: ABES, 2001. 240 p.

BRASIL. Lei n. 203, de 1991, e seus apensos. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. *Brasil*. 2010

CALDERONI, S. **Os bilhões perdidos no lixo**. São Paulo: Humanitas, 2003. 346 p.

CEMPRE. A rotulagem ambiental aplicada às embalagens. São Paulo, 2008. Disponível em <http://www.cempre.org.br/download/RotulagemAmbiental2008.pdf> (acesso dezembro de 2010)

CEMPRE. Pesquisa Ciclossoft. 2008. Disponível em www.cempre.org.br (acesso novembro de 2010)

Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE). **Lixo municipal**: manual de gerenciamento integrado. 2000. 2ª ed. São Paulo: IPT/CEMPRE.

DIAS, S. M. *Gestão de resíduos sólidos, catadores, participação e cidadania – novas articulações?* Women in Informal Employment: Globalizing and Organizing, 2010. 28 p. Relatório.

DIJKGRAAF, E.; VOLLEBERGH, H. *Literature review of social costs and benefits of waste disposal and recycling*. In: Rethinking the waste hierarchy. Copenhagen: Environmental Assessment Institute. 2005

ECOEMBALLAGES, Rapport Annuel 2008. Paris : 2009 disponível em www.ecoemballages.fr (acesso 21 de maio de 2010)

EIGENHEER, E., FERREIRA, J.A.; ADLER, R.R. **Reciclagem: mito e realidade**. Rio de Janeiro: In-Fólio, 2005.

EIGENHEER, Emílio Maciel. **Lixo e Vanitas**: Considerações de um Observador de resíduos. Niterói: EdUFF, 2003.

European Environmental Bureau (EEB). From waste to resources, the road to sustainability: Conference report and analysis of the new EU Waste Framework Directive. Bélgica: 2008.

GUÉRIN, F. et al. **Comprender o Trabalho para Transformá-lo**: a Prática da Ergonomia. São Paulo: Edgard Bluncher, 2001.

GURGEL, Fernanda Fernandes. Participação de moradores no programa de coleta seletiva em três bairros de natal/RN: explorando determinantes psico-socio-ambientais. Natal, 2009, tese de doutorado UFRN e UFPB

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Pesquisa Nacional de Saneamento Básico de 2008. Rio de Janeiro, 2010.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Cidades**. 2000. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 20 de junho 2010.

Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas (IPEA). *Pesquisa sobre Pagamento por Serviços Ambientais Urbanos para Gestão de Resíduos Sólidos*. Relatório de Pesquisa. Brasília, 2010.

ITAÚNA. Secretaria Municipal de Urbanismo e Meio Ambiente. *Cartilha de orientação: resíduos sólidos*. Prefeitura Municipal de Itaúna, 2010

LIMA, Dumara Regina de. O fenômeno da reciclagem de lata de alumínio no Brasil: inovação tecnológica, oligopólios e catadores. Brasília, 2007. Dissertação de mestrado UNB

LIMA, Dumara Regina. A cadeia produtiva da lata de alumínio com foco no catador e os dois circuitos da reciclagem no Brasil. Conaresol. São Carlos. 2009. In. Economia Solidária: Tecnologias em Reciclagem de Resíduos para geração de Trabalho e Renda. Org. Maria Zanin e Rafaela Francisconi Gutierrez

LIMA, R. S. Resíduos sólidos domiciliares: Um programa de coleta seletiva com inclusão social. Ministério das Cidades. Brasília, 2007

LIMA, F.P.A. e OLIVEIRA, F. G. *A economia da dádiva: alternativa para o aumento da produtividade no setor de triagem de materiais recicláveis*. São Carlos. 2010. In. Economia Solidária: Tecnologias em Reciclagem de Resíduos para geração de Trabalho e Renda. Org. Maria Zanin e Rafaela Francisconi Gutierrez

LIMA, F.P.A. e OLIVEIRA, F. G. *Produtividade técnica e social das associações de catadores: por um modelo de reciclagem solidária*. In: Catadores em Cena: Construção de políticas sócioambientais. KEMP, V.H. e CRIVELARI, H. (org) Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2008.

MARX, k. **O capital**: crítica da economia política. 7º ed. Difusão Editorial S.A. 1982

MARX, K. Grundrisse. Elementos Fundamentales para la crítica de la economía Política. Vol 1. Borrador 1857- 1858. Siglo Veintiuno Editores: 1971.

MÉSZÁROS, I. **Produção Destrutiva e Estado Capitalista**. London: Merlin Press, 1995. 150 p.

MINAS GERAIS. Lei n. 18.031, de 12 de janeiro de 2009. Dispõe sobre a política estadual de resíduos sólidos. *Minas Gerais*, Belo Horizonte, 2009.

MONTORO FILHO, André Franco, et. al. **Manual de Economia**. 1ª ed. São Paulo: Saraiva, 1988, 443 p.

MOURA, Aline Alves. Análise da Composição Gravimétrica de Resíduos Sólidos Urbanos: Estudo de caso – Município de Itaúna – MG. Monografia de conclusão de Curso de Pós Graduação em Ciências Biológicas junto à FAPAM, 2009, Pará de Minas.

OLIVEIRA, F. G.; PARREIRA, G. F.; LIMA, F.P.A. *Desafios da produtividade no setor de triagem de materiais recicláveis*. ENEGEP. 2009

OLIVEIRA, F. G. Processo de Trabalho e Produção de Vínculos Sociais: Eficiência e Solidariedade na Triagem de Materiais Recicláveis. Belo Horizonte, 2010. Dissertação de mestrado UFMG.

OLSON, Mancur. **A Lógica da Ação Coletiva**. São Paulo: EDUSP, 1999.

PARREIRA, G. F.; OLIVEIRA, F. G.; LIMA, F.P.A. *O gargalo da reciclagem: determinantes sistêmicos da triagem de materiais recicláveis*. ENEGEP. 2009

PARREIRA, VARELLA e LIMA. *As especificidade da coleta seletiva : um estudo de caso em dois municípios*. ENEGEP. 2010

PEARCE, D. *Does european union waste policy pass a costbenefit test?* In: Rethinking the waste hierarchy. Rasmussen, C. (org) Compenhague: Environmental Assessment Institute. 2005

PINTO, E. B. Análise Estatística dos Dados do Processo Produtivo de Triagem de material Reciclável. Belo Horizonte, 2006. Relatório

POKHAREL S.; MUTHA, A. Perspectives in reverse logistics: a review. Resources, Conservation and Recycling. 2009, p. 175–182.

PORTER, R. *Benefit-Cost Analysis and the Waste Hierarchy – US experiences*. In: Rethinking the waste hierarchy. Rasmussen, C. (org) Copenhagen: Environmental Assessment Institute. 2005

Syndicat Central de Traitement des Ordures Ménagères de l'Agglomération Parisienne (SYCTOM). Transformation du centre Ivry-Paris XIII : un projet de valorization organique et énergétique des ordure ménagères. Paris: 2009

RASMUSSEN, C.; VIGSØ D.; *Rethinking the waste hierarchy?* In: Rethinking the waste hierarchy. Rasmussen, C. (org) Copenhagen: Environmental Assessment Institute. 2005

ROGERS, D. S.; TIBBEN-LEMBBKE, R. S. Going backwards: reverse logistics trends and practices. Reverse logistics trends and practices. Pittsburg, 1998.

SCHULTZ P. W., OSKAMP S., MAINIERI T. Who recycles and when? A review of personal and situational factors. **Journal of Environmental Psychology**. 1995. p. 105–21.

TCHOBANOGLIOUS, G; KREITH, F. **Handbook of Solid Waste Management**. McGraw-Hill. 2º edição. 2002

UNIÃO EUROPÉIA. Diretiva 2008/98/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 19 de novembro de 2008. Relativa aos resíduos. Estrasburgo. 2008

United Nations Human Settlements Programme (UN-HABITAT). *Solid Waste Management in the World's Cities*. Nairobi, 2009.

VALLE, P. O.; REIS, E.; REBELO, E. Behavioral determinants of household recycling participation: the Portuguese case. **Environment & Behavior**, 2004, p. 505-540.

VALORSUL. Relatório de sustentabilidade. Lisboa, 2009

VARELLA, C. V. S; LIMA, F. P. A.; MATOS, A. V.; SANTOS, C.M.S.; ALMEIDA, S. R.; FAZITO, S. *Análise comparada de custos da coleta seletiva realizada pelos catadores, pela prefeitura e por empresas contratadas*. Belo Horizonte: Movimento Nacional dos Catadores, 2010. 130 p. Relatório

YAU, Y. Domestic waste recycling, collective action and economic incentive: The case in Hong Kong. *Waste Management*: 2010, 2440–2447.

Sítios institucionais consultados:

<http://www.abividro.org.br/index.php/94>

<http://www.abralatas.org.br/common/html/dadosdareciclagem.php>

<http://www.bracelpa.org.br/bra2/?q=node/172>

<http://www.abipet.org.br/index.html>

ANEXOS

ANEXO 1 – Casos observados de separação na fonte

Caso 1: Casa de Dona J.	
Localização: bairro de classe baixa	
Estabelecimento: domiciliar	
Descrição da separação do lixo:	
O material seco é doado para uma catadora que mora próximo a sua casa, quando ela não passa, ele é direcionado para a coleta seletiva. A catadora coleta embalagens de plástico duro.	
Os sabugos de milho são doados para o filho que cria porcos.	
As garrafas de vidro são doadas para um senhor que cria abelhas para colocar mel.	

O **resto dos resíduos**, como o de varrição e as embalagens plásticas (com exceção das que são doadas), é considerado molhado, eles são direcionados para a coleta convencional.



Outras observações:

- Antes de mostrar como eles faziam a separação, Dona J. e seu marido explicaram o sistema formal de coleta de resíduo do município;
- enquanto os moradores estavam sendo entrevistados, um cachorro revirava o lixo na rua.

Caso 2: Casa da Sra. A.

Localização: bairro de classe média

Estabelecimento: domiciliar

Separação do lixo:

O **óleo residual** é doado para uma senhora que faz sabão.

O **óleo residual de fritura de peixe** é usado como pesticida no próprio jardim.

As embalagens de **PET** são doadas aos catadores que passam na porta de sua casa.

Os **materiais orgânicos**, cascas de frutas, legumes, talos, folhas secas etc., são colocados em uma composteira localizada no próprio jardim.



Os **materiais secos**, com exceção dos materiais doados aos catadores, são estocados em uma sacola plástica no quintal. O saco fica aberto até que seja completo. A sacola fica amarrada em um toco de árvore próximo à composteira e à casa.



O **resto dos materiais molhados** é acondicionado em sacolas plásticas dentro de uma lixeira.



O resto do material molhado, no dia da coleta do material seco, é estocado no fundo do quintal. Ela amarra o saco em uma árvore, para evitar ratos e baratas, mau cheiro em casa e que o cachorro rasgue a sacola.



Outras observações:

- A pessoa entrevistada também explicou como é o sistema de gestão de resíduo do município;
- retalhos de panos de uma pequena fabriqueta, de propriedade da Sra. A., são considerados como lixo seco;
- papel higiênico é considerado como molhado.

Caso 3: Bar do Sr. P.	
Localização: bairro classe média	
Estabelecimento: comercial (bar)	
Descrição da separação do lixo:	
As latinhas são doadas para um sobrinho.	
As embalagens PET e os fardos (plásticos que envolvem as embalagens PETs) são doados para uma catadora.	
O material orgânico é separado para alimentar porcos.	
O restante dos resíduos é direcionado para a coleta do lixo molhado. No dia da coleta do seco ele não dispõe os resíduos para a coleta.	

Caso 4: Escola Municipal	
Localização: bairro classe média	
Estabelecimento: escola	
Descrição da separação do lixo da cozinha da escola:	

Os **restos de comida**, sobra dos pratos ou da comida já preparada, são doados para um rapaz que os coletam todos os dias, para alimentar os porcos. O material é estocado em uma lixeira com tampa.



Os **restos de carne**, por exemplo, as sobras da limpeza de frango e outras partes não aproveitadas para consumo, são acondicionados no refrigerador no dia da coleta do material seco. São retiradas do refrigerador no dia da coleta do molhado e são direcionados à respectiva lixeira.

O **restante dos materiais** é direcionado para duas lixeiras, uma de **seco** e a outra de **molhado**, que se localizam ao lado da cozinha. Observa-se que na lixeira do molhado há embalagens de PEBD (sacolinhas plásticas) que envolve os restos de alimentos.



Quando a lixeira do molhado completa sua capacidade, os materiais são destinados a um contêiner, tampado que possui uma capacidade de armazenamento maior. O mesmo acontece com os resíduos secos. Quando a lixeira está cheia, os resíduos são destinados aos contêineres que se localizam no pátio.



Separação do lixo do pátio:

No pátio da escola, ficam dispostos alguns contêineres aonde os alunos e os funcionários direcionam os seus resíduos. Existem lixeiras para o **resíduo molhado** e outras para o **resíduo seco**. Todas são azuis com um papel fixado nas laterais indicando o tipo de lixeira, mas nem todas possuem essa indicação.



O **resíduo de varrição do pátio**, que contém folhas secas e ciscos, é direcionado para uma lixeira, que não possui tampa. Essa lixeira está localizada próxima a uma saída da escola, onde os funcionários passam para direcionar o lixo. Esse resíduo é disposto no dia da coleta do molhado.

**Separação dos resíduos das salas:**

O **resíduo da varrição e das lixeiras das salas** (como pedaços de papéis, pontas de lápis e ciscos) é direcionado para sacos pretos (que são reaproveitados) e depois são esvaziados nos contêineres do material seco que estão dispostos no pátio.



	
<p>No dia da coleta do material seco, os materiais dos contêineres azuis são direcionados a dois contêineres vermelhos da prefeitura. Esses contêineres ficam dispostos na rua onde passa o caminhão da coleta seletiva.</p> <p>Observa-se que nos contêineres vermelhos (fotos ao lado), que serão destinados para a coleta do seco, contêm um tapete que não é reciclável e papeis picados, que como veremos no item 6.6, dificilmente serão recuperados no sistema de triagem.</p>	 
<p>Outras observações:</p> <ul style="list-style-type: none">• A pessoa entrevistada, responsável pela limpeza da escola, explicou todo o sistema formal de coleta seletiva.	

Caso 5: Restaurante A.	
Localização: bairro de classe média	
Estabelecimento: restaurante	
Descrição da separação do lixo:	
<p>O lixo orgânico, restos de alimento, é doado para alimentar porcos.</p>	
<p>As embalagens plásticas da cozinha são vendidas para o intermediário. A proprietária negocia com as trabalhadoras da cozinha que o recurso proveniente da venda das embalagens plásticas separadas por elas, é revertido em toucas para serem utilizadas no trabalho. Ou seja, se as trabalhadoras separarem os materiais, elas serão beneficiadas com toucas. A eficiência dessa estratégia é contraditória, uma vez que a utilização de toucas é uma imposição da vigilância sanitária, por isso elas devem ser disponibilizadas para as trabalhadoras, independente da separação do lixo.</p>	 

O **lixo do banheiro** é considerado como molhado.

O **resto de varrição** (folhas secas, ciscos e outros materiais que se encontram no chão do restaurante) é separado junto com os resíduos secos.



Os **resíduos produzidos pelos clientes** são direcionados, inicialmente, por eles ou pelos garçons, às lixeiras localizadas na área de atendimento do restaurante. Após o expediente ou quando a lixeira atinge a sua capacidade máxima, os funcionários direcionam seu conteúdo para um outro contêiner do lixo seco.



O **óleo** é doado para fazer sabão.

As embalagens de **PET** e as **latinhas de alumínio**, após o consumo dos clientes, são estocadas, em sacos, no interior do restaurante. Após o expediente, essas embalagens são direcionadas e estocadas no lote ao lado do restaurante e são vendidas, pelo proprietário, para o intermediário.



O **restante dos materiais**, proveniente do restaurante, é direcionado para dois contêineres, um para resíduos **molhados** e outro para resíduo **seco**, que se localizam nos fundos do restaurante. Porém, foi observado que apesar de existirem dois contêineres, um do seco e o outro do molhado, os dois são dispostos na rua diariamente.



Caso 6: Restaurante C.

Localização: Centro

Estabelecimento: restaurante

Separação do lixo:

As embalagens de **PET** são doadas aos funcionários.

As **latinhas de alumínio** são separadas pelos funcionários e comercializadas por eles.



As **cascas de alimentos** são utilizadas para fazer doces.

Os **pentes de ovos** já foram aproveitados para fazer isolamento acústico em estúdio

<p>musical, porém atualmente esse material não tem nenhuma utilização.</p>	
<p>O óleo residual é trocado por sabão.</p>	
<p>Os ossos são utilizados para alimentar os cachorros.</p>	
<p>Uma parte dos restos de comida é separado pelos funcionários para alimentar porcos.</p>	
<p>O restante dos resíduos produzidos na cozinha é inicialmente estocado em lixeiras pequenas espalhadas no interior da cozinha, depois são transferidos para lixeiras maiores e com tampa. No fim do expediente, ou quando as lixeiras completam sua capacidade máxima, os resíduos do banheiro, da área de atendimento do restaurante e da cozinha são direcionados para os contêineres da prefeitura que ficam no passeio em frente ao restaurante.</p>	 
<p>Outras observações:</p> <ul style="list-style-type: none">• O restante dos resíduos não é separado entre seco e molhado. Ele é disposto misturado em um mesmo recipiente e direcionado à coleta diariamente.	