

Guia da

coleta seletiva de lixo



Guia da
**coleta
seletiva
de lixo**

2ª edição

São Paulo

2014

Ciclo da coleta seletiva municipal



DIAGNÓSTICO

Estudo socioeconômico da população, composição do lixo e panorama do mercado de materiais recicláveis. Nesta etapa, são identificadas fontes de financiamento e ações de coleta seletiva já existentes envolvendo escolas, catadores, ONGs, etc. São avaliadas as tecnologias disponíveis e os impactos ambientais da implantação do projeto.



PLANEJAMENTO

Definição do modelo de coleta seletiva, abrangência geográfica e estratégia de educação e sensibilização da população. É feita uma análise dos custos operacionais. Dimensionam-se mão de obra, veículos, contêineres e demais equipamentos. A tarefa inclui mapear compradores de sucata do entorno e avaliar a possibilidade de parcerias locais e consórcios com municípios vizinhos.



IMPLANTAÇÃO

Estabelecimento da periodicidade da coleta, dias da semana e número de viagens do veículo, no caso do modelo "porta a porta". Instalação de PEVs, apoio logístico e capacitação de cooperativas de catadores e construção de galpões de triagem.



OPERAÇÃO E MONITORAMENTO

Avaliação de indicadores de desempenho: custo por tonelada coletada, quantidade recolhida por domicílio e por PEV, receita com a venda dos materiais recicláveis. Monitoramento de preços, ações de marketing para estímulo do mercado de reciclagem e continuidade dos investimentos em informação e educação.



ANÁLISE DE BENEFÍCIOS

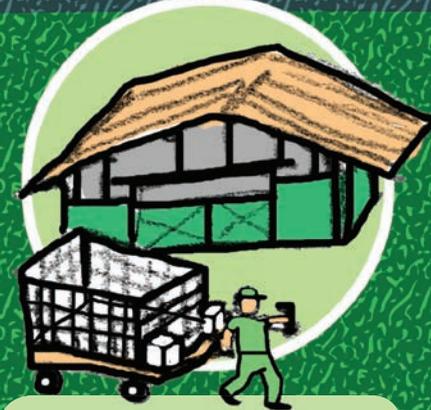
Contabilidade de receitas ambientais: aumento da vida útil de aterros sanitários, benefícios da educação para a redução dos gastos com limpeza pública, etc. Contabilidade de receitas econômicas: recursos gerados pela operação de novos negócios de reciclagem. Contabilidade de receitas sociais: geração de empregos diretos e indiretos, inclusão e cidadania.



Prefeitura faz o planejamento.



A coleta seletiva é implantada com recolhimento de resíduos porta a porta e em Pontos de Entrega Voluntária (PEVs).



As cooperativas de catadores podem participar da coleta, além da triagem e venda dos materiais.



A sucata é comprada por atacadistas ou comercializada diretamente para indústrias que a transformam em matéria-prima.



Os resíduos separados nas residências voltam ao mercado na forma de novos produtos.

Guia da coleta seletiva de lixo



CEMPRE – Compromisso Empresarial para Reciclagem
Rua Bento de Andrade, 126, Jd. Paulista, São Paulo-SP, CEP 04503-000
Tels.: 55 11 3889-7806 / 8564

Informações em www.cempre.org.br, www.facebook.com/cemprebr ou cempre@cempre.org.br

Presidente
Victor Bicca Neto

Diretor executivo
André Vilhena

Conselho editorial
Victor Bicca, Michel Santos, Paulo Pompílio e Jorge Cajazeira

Coordenação
André Vilhena

Texto
André Vilhena e Fernando von Zuben

Colaboração técnica
Darci Campani, Emílio Eigenheer, João Tinôco, Luciana Ziglio, Simone Jardim, Ivo Milani, Talita Ribeiro, Aline Paschoalino

Coordenação da reedição
Sérgio Adeodato

Projeto gráfico e direção de arte
Walkyria Garotti

Fotos
André Pessoa, Marcos Muzi, Renato Grimm, Sérgio Adeodato e arquivo CEMPRE

Ilustrações
Sandro Falsetti

Revisão
José Julio do Espírito Santo

Produção gráfica
Bel Brunharo

Tratamento de imagem
Momédio Nascimento

Impressão
Gráfica Pigma

Associados do CEMPRE
Ajinomoto
Adm
Arcor
Ambev
Batavo
Bauducco
Beiersdorf/Nivea
Brasil Kirin
Braskem
Bunge
Carrefour
Cargill
Coca Cola
Danone
Dell
Diageo
Dow
Femsa
Gerdau
Grupo Pão de Açúcar
Heineken
Hershey's
HP
Johnson & Johnson
Klabin
Mondelez
McDonald's
Nestlé
Nestlé Waters
Owens-Illinois
Pepsico
Philips
P&G
SIG
Suzano
Tetra Pak
Unilever
Via Varejo
Vigor
Walmart

selo FSC

Ficha catalográfica
Vilhena, André
Guia da coleta seletiva de lixo/texto e coordenação André Vilhena; ilustrações Sandro Falsetti -- São Paulo: CEMPRE - Compromisso Empresarial para Reciclagem, 2013.
Bibliografia
ISBN 978-85-85812-08-9
1. Lixo - Eliminação 2. Lixo - Recuperação 3. Reciclagem (Resíduos etc.)
5. Resíduos sólidos - Manejo I. Título

Sumário

1	Introdução	4
2	A coleta seletiva	7
3	Os recicláveis	16
4	Técnicas de divulgação/propaganda	28
5	Venda do material reciclável coletado e separado	33
6	Armazenagem	35
7	Galpões de triagem	37
8	Investimentos e custos	42
9	Para onde vai depois de reciclado?	46
10	Incineração de rejeitos	48
11	Impactos ambientais	49
12	CICLOSOFT	50
13	Referências bibliográficas	51
14	Fornecedores de equipamentos	52

1

Introdução

Esta publicação tem por objetivo esclarecer dúvidas básicas e propor soluções práticas viáveis para a implantação e gerenciamento de programas de coleta seletiva por prefeituras em todo o território brasileiro. No entanto, as informações aqui disponíveis podem ser transpostas para sistemas de coleta seletiva de menor escala, gerenciados por ONGs, condomínios, escolas, associações de moradores, entre outros, desde que executadas as devidas adaptações relativas à dimensão e aos objetivos do projeto.

Cabe ressaltar que a coleta seletiva, parte de

um sistema de gerenciamento integrado de lixo, também é uma atividade inteiramente dependente de peculiaridades regionais. Através do extenso território brasileiro, há uma grande diversidade sociocultural e econômica influenciando diretamente nos aspectos qualitativos e quantitativos do lixo gerado. Sendo assim, cada município deve buscar os sistemas de coleta seletiva que melhor se adaptem à realidade local. Em muitos casos a reunião de dois ou mais municípios, através da formação de consórcios, poderá gerar resultados significativamente melhores, considerando a relação custo-benefício.



1.1. O que é coleta seletiva de lixo?

Coleta seletiva de lixo é um sistema de recolhimento de materiais recicláveis, tais como papéis, plásticos, vidros, metais e orgânicos, previamente separados na fonte geradora. Estes materiais, após um pré-beneficiamento¹, são então vendidos às indústrias recicladoras ou aos sucateiros. Este manual irá tratar da coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos. No entanto, extrapolações poderão ser feitas para o caso de resíduos industriais ou agrícolas, com algumas adaptações.

O sistema pode ser implantado em bairros residenciais, escolas, escritórios, centros comerciais ou outros locais que facilitem a coleta de materiais recicláveis. Contudo, é importante que o serviço de limpeza pública do município esteja integrado a este projeto, pois desta forma os resultados serão mais expressivos.

Um programa de coleta seletiva deve ser parte de um sistema amplo de gestão integrada do lixo sólido que contempla também a coleta regular, uma eventual segunda etapa de triagem e finalmente a disposição final adequada.



A coleta seletiva não² é uma atividade lucrativa de um ponto de vista de retorno imediato, pois a receita obtida com a venda dos recicláveis não cobrirá as despesas extras do programa. No entanto, é fundamental considerar os custos ambientais e sociais, que podem ser bastante reduzidos. Posteriormente, estes e outros aspectos serão abordados com mais profundidade.

A coleta seletiva é parte integrante de um projeto de reciclagem, e quando bem gerenciada contribuirá decisivamente para aumentar sua eficiência.

1.2. Como elaborar um projeto de reciclagem completo?

Quando se concebe um projeto de reciclagem, é preciso estar atento a todas as fases que sustentam e determinam seu sucesso. A dinâmica da reciclagem de lixo pode ser entendida como uma corrente em que todos os elos devem se interligar e funcionar em perfeito equilíbrio.

ESQUEMA SIMPLIFICADO DE UM PROJETO INTEGRADO DE RECICLAGEM



¹ Compreende-se por pré-beneficiamento a separação por cor, tipo, tamanho, densidade, etc.; lavagem; secagem; prensagem; moagem; e enfiamento.

² O CEMPRE não tem conhecimento de programas de coleta seletiva que sejam lucrativos do ponto de vista de receitas imediatas.

É importante ressaltar que esta corrente está sendo apresentada de forma simplificada. Sem uma estrutura eficiente de coleta seletiva, as outras etapas ficam comprometidas. Aqui, o terceiro elo está relacionado ao produto reciclado a ser colocado no mercado. Com o aumento progressivo do consumo de produtos reciclados, haverá a possibilidade de maiores investimentos em tecnologias

(segundo elo) e aumento da capacidade instalada das indústrias recicladoras. Estes fatores irão refletir no primeiro elo da corrente, promovendo um aumento da procura por materiais recicláveis com consequente aumento do valor agregado do material coletado. Assim estará garantido o fluxo contínuo necessário para recicláveis e reciclados, com melhores resultados econômicos para o projeto.

1.3. Vantagens proporcionadas pelos programas de coleta seletiva

O investimento em coleta seletiva proporciona uma série de vantagens relacionadas aos chamados custos ambientais. Os municípios que tiverem estes programas promoverão:

- redução de custos com a disposição final do lixo (aterros sanitários ou incineradores);
- aumento da vida útil de aterros sanitários³;
- diminuição de gastos com remediação de áreas degradadas pelo mal acondicionamento do lixo (por exemplo, lixões clandestinos);
- educação e conscientização ambiental da população;
- diminuição de gastos gerais com limpeza pública, considerando-se que o comportamento de comunidades educadas e conscientizadas ambientalmente traduz-se em necessidade menor de intervenção do Estado;
- melhoria das condições ambientais e de saúde pública do município.

Em relação aos benefícios sociais pode-se listar:

- **geração de empregos diretos e indiretos com a instalação de novas indústrias recicladoras na região e ampliação de indústrias recicladoras já estabelecidas;**
- **resgate social de indivíduos através da criação de associações e cooperativas de catadores⁴.**

³ Está cada vez mais difícil dispor de áreas para implantação de aterros sanitários, principalmente nos grandes centros urbanos. A disposição do lixo a grandes distâncias encarece demasiadamente os gastos com a limpeza urbana.

⁴ O CEMPRE dispõe de um kit educativo que ensina como montar e operar uma cooperativa de catadores de materiais recicláveis. O material didático foi elaborado em linguagem simples e de fácil acesso a todas as camadas da sociedade. Cabe ressaltar que o CEMPRE apoia somente o trabalho organizado de catadores, condenando as atividades realizadas aleatoriamente em lixões.

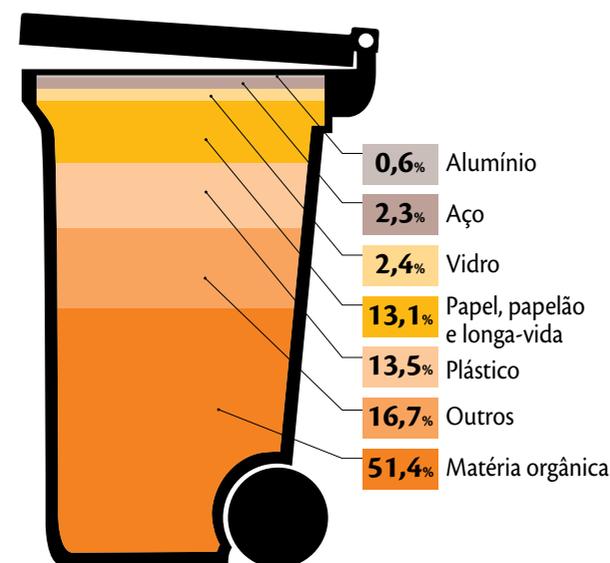
A coleta seletiva

2

Existem diversas formas de se operar um sistema de coleta seletiva de lixo sólido urbano. Cada município deve avaliar e adotar aquele sistema que melhor lhe convier. Sabe-se, contudo, que em alguns

casos uma combinação de diferentes metodologias poderá gerar os melhores resultados. A seguir serão apresentadas algumas alternativas práticas de fácil implementação e operação.

FIGURA 1 – EXEMPLO DE APRESENTAÇÃO DO PERFIL DO LIXO (% PESO)



Fonte: IPEA, 2010

Esta análise permitirá atentar para as alterações do perfil do lixo num mesmo município decorrentes de variações em atividades econômicas, níveis sociais, questões culturais, entre outras. No Brasil, muitos municípios apresentam

características bem distintas ao longo de seus domínios. Para maiores detalhes sobre técnicas de caracterização do lixo, consultar o *Manual de Gerenciamento Integrado do Lixo – CEMPRE/IPT*.

IMPORTANTE: Caracterização do lixo

Antes de iniciar qualquer projeto que envolva coleta, reciclagem e/ou tratamento do lixo, a exemplo da coleta seletiva, é importante obter um “raio X” do lixo, ou seja, avaliar qualitativamente⁵ e quantitativamente⁶ o perfil dos resíduos sólidos gerados em diferentes pontos do município em questão. Esta caracterização permitirá estruturar melhor todas as etapas do Projeto.

⁵ Tipos de materiais recicláveis: plásticos, vidros, papéis, metais, orgânicos, entre outros.

⁶ Quantidade gerada de cada tipo de material (em peso).

2.1. Metodologias de coleta seletiva

2.1.1. Segregação total na fonte

A separação na fonte geradora dos diferentes tipos de materiais recicláveis presentes no lixo promove inúmeros ganhos que se traduzem em redução de custos nas etapas posteriores. Estes custos estão associados a triagem, lavagem, secagem, transporte, entre outros.

A segregação do lixo é feita pelo próprio morador que acondiciona os recicláveis separadamente. Deve-se prever, portanto, local disponível para armazenamento. Esta separação deverá ser feita baseada no “modelo de

seleção” que for adotado pelo município.

Exemplo clássico de “modelo de seleção”:

Separação entre lixo seco (plásticos, papéis, vidros, metais, longa-vida, pneus, etc.), lixo úmido (resíduos orgânicos, tais como restos de alimentos, cascas de frutas e legumes, etc.) e, eventualmente, outros (rejeito⁷). As prefeituras podem disponibilizar também a alternativa “resíduos especiais”, conforme será descrito adiante.

FIGURA 2 – SISTEMA DE COLETA SELETIVA SECOS/ÚMIDOS



⁷ Nomenclatura mais usual para outros.

2.1.2. Separação em centrais de triagem

Um galpão de triagem é útil mesmo no caso da segregação na fonte pelo sistema secos/úmidos, já que haverá necessidade de separação dos secos (papéis, plásticos, vidros, etc.), úmidos (fração de orgânicos⁸)

e outros (considerados rejeito). É claro que, dependendo da dimensão do programa, o galpão poderá ser transformado em uma estrutura mais simples e de menor custo.

FIGURA 3 – GALPÃO DE TRIAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS (COM ESTEIRA)



FIGURA 4 – ESTEIRA DE TRIAGEM*



⁸ Nesse caso, entende-se por resíduos orgânicos os restos de alimentos e podas de jardinagem.

*Mais detalhes adiante

2.1.3. Coleta multisseletiva

Neste caso, é feita a coleta seletiva dos diferentes tipos de materiais recicláveis simultaneamente, mas com separação rigorosa entre todos os tipos já na fonte geradora (ver Figura 5). O método se aplica tanto ao sistema voluntário quanto ao sistema porta a porta⁹. Para sua implantação, deve-se levar em conta uma série de aspectos técnicos e econômicos. Entre as barreiras técnicas a serem transpostas, destacam-se:

- necessidade de veículos coletores especiais;
- espaço físico para armazenamento dos materiais em separado¹⁰;
- maior frequência (dias) de coleta;

- capacidade de escoamento (venda) de todos os materiais;
- necessidade de uma campanha educativa mais detalhada.

Para transpor estas “barreiras” técnicas, investimentos serão maiores, o que irá ampliar os custos gerais do projeto. Contudo, este tipo de coleta pode ser bom para os casos das comunidades que atingiram altos índices de participação ou mesmo para a coleta seletiva específica de determinados tipos de materiais. No entanto, em geral, recomenda-se a adoção do modelo “secos/úmidos”.

FIGURA 5 – VEÍCULO COLETOR COM MULTICAÇAMBA



⁹ Ver definição de coleta porta a porta e voluntária no item 2.2 (Modelos de coleta seletiva).

¹⁰ Muitas vezes, os domicílios não dispõem de área para estocagem do material, principalmente no caso de apartamentos.

2.2. Modelos de coleta seletiva

2.2.1. Coleta seletiva porta a porta

É semelhante ao procedimento clássico de coleta normal de lixo, porém com algumas variações que caracterizam a coleta seletiva. Os veículos coletores percorrem as residências em dias e horários específicos que não coincidam com a coleta normal¹¹. Os moradores colocam então os recicláveis nas calçadas, acondicionados em contêineres¹² distintos. O tipo e o número de contêineres irá variar de acordo com o sistema implantado.

Este modelo varia caso a caso. É comum a separação entre lixo úmido (orgânicos) e lixo seco (papéis, plásticos, metais, vidros, etc.). O material coletado é destinado a galpões de triagem onde é feita então uma segunda separação em esteiras (Figuras 4 e 19), em “silos de ordenha” (ver Figura 20) ou simplesmente em bancadas. A coleta de todos os materiais em separado pode ser feita (coleta multisseletiva), mas deve-se estar atento para a relação custo-benefício.

FIGURA 6 – CAMINHÃO COLETOR NÃO COMPACTADOR – COLETA SELETIVA PORTA A PORTA



¹¹ Os veículos coletores podem realizar as coletas regular e seletiva simultaneamente, desde que possuam compartimentos distintos para cada tipo de material (coleta multisseletiva).

¹² Podem ser utilizados sacos plásticos.

2.2.2. Coleta seletiva voluntária

Em alguns casos, utilizam-se contêineres ou mesmo pequenos depósitos colocados em pontos fixos pré-determinados da “malha” urbana denominados PEVs (Pontos de Entrega Voluntária) ou LEVs (Locais de Entrega Voluntária), onde o cidadão espontaneamente deposita os recicláveis.



Além das cores, alguns símbolos são comumente utilizados para caracterizar os diferentes materiais, a saber:

FIGURA 7 – SIMBOLOGIA PARA IDENTIFICAÇÃO DE MATERIAIS RECICLÁVEIS



O sucesso da coleta seletiva voluntária está diretamente associado aos investimentos em educação – ou sensibilização e conscientização – ambiental da população, que irá variar bastante entre os municípios brasileiros. Deve-se fazer, portanto, uma análise criteriosa de cada caso com o objetivo de ter certeza de que vale a pena investir num projeto de coleta voluntária.

Se o projeto for bem concebido e a participação da população for efetiva, os custos gerais com o programa serão sensivelmente reduzidos¹³.

ATENÇÃO: quanto maior for a participação voluntária num programa de coleta seletiva de lixo, menores serão os custos gerais para administrá-lo.

Cada material deve ser colocado num recipiente específico (com nome e cor). É importante ressaltar que a coloração nem sempre é respeitada pelos fabricantes e fornecedores dos recipientes. No entanto, a combinação usual entre cores e materiais é a seguinte:

FIGURA 8 – PEVS (PONTOS DE ENTREGA VOLUNTÁRIA)



¹³Reduz o número necessário de veículos coletores e também o consumo de combustível, além de outras vantagens.

2.2.3. Postos de recebimento ou troca (tipo drop-off sites ou déchetteries)

A alternativa de instalação de postos de recebimento (ou troca¹⁴) pode ser bastante útil tanto para os casos em que a coleta seletiva for porta a porta¹⁵ como quando a coleta seletiva for voluntária. Outra opção é criar centros de troca independentes em locais afastados dos centros urbanos, que podem servir inclusive de estações de transferência¹⁶.

Estes centros de troca deverão possuir uma concepção ergonômica que permita a circulação de automóveis e caminhões em seu interior, facilitando assim o acesso de indivíduos que, de passagem, pretendam depositar ali seu lixo reciclável, ou mesmo para aqueles que tenham perdido o dia programado para a coleta porta a porta.

FIGURA 9 – EXEMPLO DE DROP-OFF SITE



Estes locais também podem ser chamados de PEVs ou LEVs e sua concepção pode ser semelhante aos já tradicionais sistemas *drive-thru*.

Há locais específicos disponibilizados pela prefeitura, em parceria com fabricantes, para a entrega de resíduos especiais como lâmpadas, pneus e óleos lubrificantes, entre outros.

¹⁴A troca pode ser por alimentos, vale-transporte, vale-refeição, descontos para ingressos em eventos culturais ou outra opção a ser definida localmente.

¹⁵Serve de opção para os domicílios que, por algum motivo, “perderem” os dias normais da coleta seletiva.

¹⁶Para maiores detalhes sobre o funcionamento de unidades de transferência de resíduos sólidos, consultar o *Manual de Gerenciamento Integrado do Lixo – CEMPRE/IPT*.

2.2.4. Os catadores

Historicamente, a participação dos catadores¹⁷ como “agentes” da coleta seletiva é crucial para o abastecimento do mercado de materiais recicláveis e, conseqüentemente, como suporte para a indústria recicladora. Um programa de coleta seletiva deve contemplar o trabalho destes indivíduos, mesmo que não haja apoio direto à atividade.

Estima-se hoje no Brasil a atuação de cerca de 800 mil catadores de rua (autônomos e em cooperativas), responsáveis pela coleta de vários tipos de materiais. A valorização do trabalho dos catadores permite não só ganhos econômicos, mas também sociais. Muitos indivíduos que estavam à margem da sociedade por diversos motivos, ao ingressar no trabalho de catação, passam por um processo de “resgate de cidadania”, tendo novamente

um papel definido e importante na sociedade, bem com uma fonte regular de renda.

O trabalho autônomo dos catadores é importante, mas a organização em cooperativas ampliará significativamente a produtividade e mesmo os ganhos individuais. O CEMPRE desenvolveu um kit para a capacitação dos catadores através da formação de cooperativas. O kit *Catadores*, do CEMPRE, é destinado a todos aqueles que desejam, de forma autodidata, viabilizar a coleta seletiva através do trabalho cooperado. O kit consiste em um manual do instrutor com os primeiros passos para formar uma cooperativa, um painel para aulas, vídeos educativos, manuais e certificados de participação para serem entregues no final do curso¹⁸.

FIGURA 10 – CATADOR EM ATIVIDADE



¹⁷ O CEMPRE apoia apenas o trabalho dos catadores de rua ou de galpões de triagem, condenando veementemente o trabalho de catação em lixões.

¹⁸ O kit foi produzido em parceria com a OAF (Organização de Auxílio Fraternal), Coopamare e Senac. Para aquisição, contatar o CEMPRE.

2.3. Monitoramento do programa de coleta seletiva

É importante definir os parâmetros – indicadores-chave – de avaliação do desempenho do programa. Os indicadores clássicos são:

- **despesas com campanhas de educação (\$/domicílio/ano ou \$/hab/ano);**
- **velocidade média de coleta, considerando paradas do veículo coletor por hora;**
- **custo de operação do veículo coletor por hora (inclui manutenção, mão de obra, etc.);**
- **quantidade de materiais recicláveis triados (kg/funcionário/h);**
- **custo operacional de triagem (\$/t);**
- **custo operacional total da coleta seletiva (\$/t);**
- **receita com a venda dos recicláveis (por tipo e por tonelada).**

Com o acompanhamento permanente, é possível identificar e corrigir falhas e também reproduzir os acertos. A estatística é peculiar a cada caso, mas é imprescindível dispor de dados que traduzam o desempenho do programa.

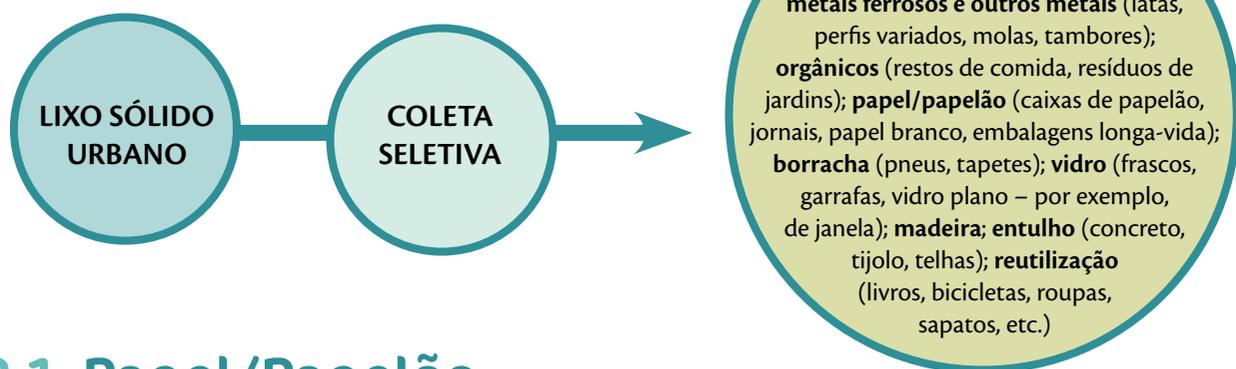
3

Os recicláveis

A seguir serão apresentadas as principais características de cada tipo de material reciclável encontrado com mais frequência no lixo sólido urbano não tóxico. É muito importante conhecer os tipos

de materiais e suas características básicas. Desta forma, fica mais fácil estruturar a coleta seletiva e, principalmente, as etapas de triagem e venda dos recicláveis.

Alguns materiais encontrados com mais frequência no lixo sólido urbano



3.1. Papel/Papelão

O Quadro a seguir enumera os tipos de papel que são recicláveis e quais são considerados não recicláveis, excluindo-se a possibilidade de incineração com recuperação de

energia. É importante dominar essa informação pois isso aumenta o poder de negociação para a venda do material no mercado de recicláveis tradicional.

QUADRO 1

PAPEL RECICLÁVEL X PAPEL NÃO RECICLÁVEL

RECICLÁVEL	NÃO RECICLÁVEL (para ser utilizado como papel)
Caixa de papelão	Papel carbono
Jornal	Fotografias
Revista	Fitas adesivas
Impressos em geral	Etiquetas adesivas
Fotocópias	
Rascunhos	
Envelopes	
Papel timbrado	
Embalagens longa-vida*	
Cartões	
Copos descartáveis	

*papel + plástico + alumínio¹⁹

O Quadro 2 apresenta a classificação de aparas de papel no Brasil. Embora não seja necessário que os administradores do programa de coleta seletiva conheçam em detalhes esta classificação, é importante que tenham acesso a ela, uma vez que os compradores do material proveniente do programa poderão exigir esta separação de acordo com algumas de suas especificações, refletindo, inclusive, no preço da compra.

¹⁹ As embalagens longa-vida estão inseridas na coluna “papéis” devido à ótima qualidade das fibras de celulose que compõem a camada de papel (75% do peso da embalagem em média), sendo consideradas matéria-prima nobre para os recicladores.

QUADRO 2

CLASSIFICAÇÃO DE APARAS DE PAPEL NO BRASIL

TIPOS	ORIGEM DAS APARAS	T _u [*] (%)	T _i [*] (%)	T _m [*] (%)
Cartões perfurados	Cartões de material fibroso de alta qualidade para computação de dados	10	1	0
Branco I	Papéis brancos sem impressão e sem revestimento	10	0	0
Branco II	Formulários contínuos de papel branco sem papel carbono entre as folhas e sem revestimento carbonatado	10	3	0
Branco III	Papel de imprensa e jornal sem impressão de espécie alguma	10	0	0
Branco IV	Papéis brancos de escritório, manuscritos, impressos, cadernos usados sem capa	10	5	0
Branco V	Papéis brancos com grande quantidade de impressão ou com revestimento	10	2	0
Jornal I	Aparas e restos de bobinas de papel imprensa e jornal, sem impressão nem revestimento	10	0	0
Jornal II	Aparas de jornais gerados em redações, retorno de banca, livres de revistas e colas	12	1	0
Jornal III	Aparas de jornais gerados em redações, coleta de rua, com presença de até 10% de revistas e outros papéis	12	1	1
Longa-vida	Aparas de embalagens usadas ou não de cartão fabricado com fibra longa e laminado com polietileno e alumínio para alimentos	15	3	1
Kraft I	Sacos multifolhados, sacos de papel kraft refugados por defeitos ou não usados	15	3	1
Kraft II	Sacos multifolhados já usados, com fibras e cores diversas, sem seleção	15	5	1
Kraft III	Sacos multifolhados principalmente de cimento, misturados, sem batimento ou seleção	20	7	5
Aparas Paraná	Artefatos de papel produzidos integralmente de pasta mecânica	12	0	0
Cartolina I	Cartão e cartolina, com ou sem revestimento, sem impressão	10	0	0
Cartolina II	Cartão e cartolina, com ou sem revestimento, com impressão em cores variadas	12	10	0
Cartolina III	Cartão e cartolina brancos plastificados, com ou sem impressão	12	3	7
Ondulado I	Caixas de papelão ondulado fabricadas com capa de alta resistência	15	3	0
Ondulado II	Caixas, chapas ou refugos de papelão ondulado com menor resistência do que o tipo anterior	15	3	1
Ondulado III	Caixas, chapas ou refugos de papelão ondulado podendo conter até 20% dos outros tipos	15	5	3
Revistas	Revistas velhas com defeitos ou impressas em papéis com ou sem revestimento	12	2	1
Misto I	Papéis usados mistos de escritórios, gráficas, aparas coloridas, cartões, etc.	12	5	1
Misto II	Papéis usados mistos de escritórios, lojas comerciais, residências	15	10	3
Misto III	Papéis usados mistos de todas as procedências	20	15	5
Tipografia	Aparas de recortes coloridos de gráficas e tipografias	10	1	0

*T_u = teor máximo de umidade; T_i = teor máximo de impurezas; T_m = teor máximo de materiais proibitivos

Fonte: Relatório Estatístico BRACELPA 2011/2012



3.2. Plástico

A maior dificuldade para a reciclagem dos plásticos, considerando aspectos técnicos e econômicos, é a necessidade de haver separação entre tipos. Raras são as indústrias

recicladoras de plásticos brasileiras que operam com os diferentes tipos simultaneamente. A separação pode ser feita de várias maneiras.

3.2.1. Separação por densidade

A separação por densidade é um método de segregação de resíduos plásticos moídos²⁰ bastante prático. Entretanto, sua utilização é recomendada em situações onde não venha a se tornar um “gargalo” na produção, ou seja, não prejudique o fluxo geral do processo que compreende não só a separação, mas também a recepção (oriunda da coleta) e a venda (do material selecionado). Para tanto, é necessário avaliar a quantidade de plásticos que será separada, os tipos e os custos envolvidos no processo.

No caso da separação de poliolefinas (PEAD, PEBD, PP e PEBDL²¹) dos demais, o método é utilizado com relativa frequência, uma vez que estes são menos densos que a água pura, ao contrário dos demais, tornando baixo o custo do processo. Porém, se houver uma quantidade significativa de PEBD, PEAD e PEBDL e for necessário separá-los, o custo pode aumentar bastante²² e sua viabilidade deve ser cuidadosamente avaliada.

Se o PP estiver presente na mistura citada, numa quantidade em peso acima de 5%, ele precisa ser separado sob pena de prejudicar sensivelmente a qualidade do produto final (reciclado). Isto se deve ao fato de o PP ser incompatível tecnicamente com o PEAD, o PEBD e o PEBDL. Assim, faz-se necessário avaliar custos e velocidade desta etapa frente a todo o processo de reciclagem.

Durante a etapa de lavagem, que geralmente é feita em água (com densidade relativa igual à 1), pode ser feita a separação de fragmentos plásticos já moídos. Nesta fase, são separados os fragmentos plásticos menos densos que a água – PP, PEAD, PEBD e PEBDL – dos fragmentos plásticos mais densos – PS, PVC e PET²³ –, metais e outras impurezas mais pesadas, como areia, terra, pedra, etc. O Quadro 3 indica a densidade dos plásticos e outros materiais mais comumente presentes nos resíduos sólidos urbanos.

QUADRO 3

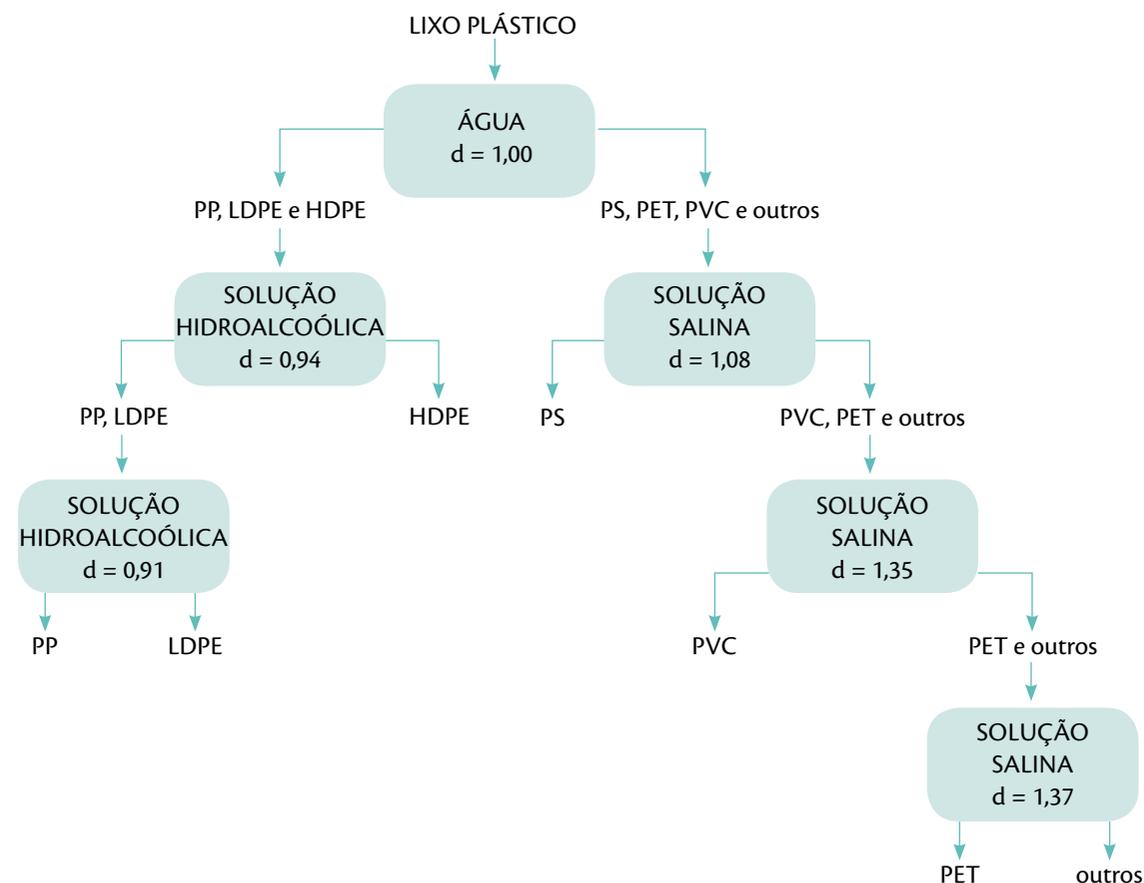
DENSIDADE DE MATERIAIS PRESENTES NOS RESÍDUOS URBANOS

MATERIAL	DENSIDADE (g/cm ³)
Madeira	0,40 a 0,80
Polipropileno (PP)	0,90 a 0,91
Poliétileno de baixa densidade (PEBD)	0,91 a 0,93
Poliétileno de alta densidade (PEAD)	0,94 a 0,96
Água	1,00
Poliestireno (PS)	1,04 a 1,08
Polícarbonato (PC)	1,20
Poli(tereftalato de etileno) (PET)	1,22 a 1,40
Poli(cloreto de vinila) (PVC)	1,22 a 1,40
Vidro	2,40 a 2,80
Alumínio	2,55 a 2,80

Observação: materiais com densidade < 1,00 flutuam em água; materiais com densidade > 1,00 afundam em água.

Fonte: Mano, E. B. *Polímeros como materiais de engenharia*, Editora Edgar Blücher (1991).

A FIGURA 11 MOSTRA UM EXEMPLO SIMPLIFICADO DE SEPARAÇÃO POR DENSIDADE (g/cm³) DE ALGUNS TIPOS DE PLÁSTICOS.



²⁰ A moagem (fragmentação) dos plásticos é feita com o auxílio de moinhos de facas rotativas. Para maiores detalhes, consultar o CEMPRE.

²¹ PEBD (polietileno de baixa densidade); PEAD (polietileno de alta densidade); PEBDL (polietileno de baixa densidade linear); PP (polipropileno).

²² Devido à adição de álcool.

²³ PS (poliestireno); PVC (poli(cloreto de vinila)); PET (poli(tereftalato de etileno)). O PET deve ser sempre separado por cor.

O Quadro 4 apresenta uma relação entre densidade e peso de soluções aquosas (água + ...) contendo álcool etílico (solução hidroalcoólica), cloreto de cálcio (solução salina) e cloreto de sódio (solução salina).

QUADRO 4
DENSIDADES DE SOLUÇÕES DE ÁLCOOL ETÍLICO OU CLORETO DE CÁLCIO OU CLORETO DE SÓDIO A 20 °C

Etanol (% em peso)	Densidade (g/cm ³)	NaCl (Cloreto de sódio) (% em peso)	Densidade (g/cm ³)	CaCl ₂ ·2H ₂ O (Cloreto de cálcio) (% em peso)	Densidade (g/cm ³)
11	0,98	1	1,004	7,5	1,06
24	0,96	2	1,001	12,0	1,10
36	0,94	4	1,025	17,0	1,15
48	0,92	8	1,054	22,0	1,20
58	0,90	12	1,083	28,0	1,26
66	0,88	16	1,114	32,0	1,30
74	0,86	20	1,145	36,0	1,35
82	0,84	24	1,177	40,0	1,40
		26	1,194		

Fonte: Abiplast (Associação Brasileira da Indústria do Plástico)

O acompanhamento da variação de densidade da solução pode ser feito com um aparelho simples e barato chamado densímetro.

3.2.2. Simbologia

Atualmente, as empresas de transformação de plásticos e organizações ligadas à reciclagem têm se esforçado no sentido de facilitar a etapa de separação manual dos artefatos por tipo de plástico. Foi adotado um sistema

de codificação²⁴ que consiste em um símbolo com três setas em sequência, identificando o tipo de plástico com o qual o produto foi fabricado, como é mostrado na Figura 12.

FIGURA 12 – SÍMBOLOS UTILIZADOS PARA IDENTIFICAÇÃO DE EMBALAGENS PLÁSTICAS – NBR 13.230 DA ABNT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS)



1. Poli (tereftalato de etileno); 2. Polietileno de alta densidade; 3. Poli (cloreto de vinila); 4. Polietileno de baixa densidade; 5. Polipropileno; 6. Poliestireno; 7. Outros.

²⁴Já incorporado pelo sistema de normalização da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas).

3.2.3. Ensaios de queima

No Quadro 5 são descritas as características e aplicações básicas dos plásticos mais comumente encontrados nos resíduos urbanos. A queima é uma alternativa real para a identificação de plásticos.

QUADRO 5
ALGUMAS CARACTERÍSTICAS DOS PLÁSTICOS MAIS ENCONTRADOS NOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

TIPO DE PLÁSTICO	ASPECTO VISUAL	PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICAS		APLICAÇÕES PRINCIPAIS	COMPORTAMENTO QUANTO À INFLAMABILIDADE
		TEMPERATURA DE FUSÃO (°C)	OUTRAS PROPRIEDADES		
PEAD	incolor, opaco	130-135	alta rigidez e resistência	tampas, vasilhames e frascos em geral	queima lenta, chama amarela, com odor de vela
PEBD	incolor, translúcido a opaco	109-125	alta flexibilidade e boa resistência mecânica	utensílios domésticos, sacos e frascos flexíveis	queima lenta, chama amarela, com odor de vela
PP	incolor, opaco	160-170	boa resistência a choques e alta resistência química	para-choques de carro, garrafas e pacotes	queima lenta, chama amarela, com forte odor de vela
PS	incolor, transparente	235	grande rigidez, baixa resistência a choques ou riscos e boa transparência	utensílios domésticos rígidos, brinquedos e indústria eletroeletrônica	queima rápida, chama amarela/laranja, com odor de estireno
PVC	incolor, transparente	273	flexibilidade com adição de modificadores e alta resistência à chama	tubos rígidos de água e esgoto, tubos flexíveis e cortinas	queima difícil, com carbonização e chama amarelada com toques verdes
PET	incolor, transparente a opaco	250-270	alta resistência mecânica e química, transparência e brilho	fibras têxteis, frascos de refrigerante e mantas de impermeabilização	queima razoavelmente rápida, com chama amarela fuliginosa

Fontes: Mano, E. B. *Polímeros como materiais de engenharia*, Editora Edgar Blücher (1991) e Apostila KIE Máquinas (SP)

3.2.4. Plásticos rígidos e flexíveis

Em relação ao processo de fabricação, embalagens decorrentes do pós-consumo devem ser separadas manualmente em dois tipos básicos a fim de viabilizar técnica e economicamente as próximas etapas da reciclagem:

- **rígidos**, compostos de artefatos moldados principalmente por sopro e injeção – baldes, bacias, tampas, embalagens de limpeza, recipientes em geral;
- **flexíveis**, moldados através da extrusão de filmes, constituídos de sacolas, bolsas, sacos de lixo, etc.

É importante que os resíduos rígidos também sejam separados manualmente levando-se em conta seu processo de moldagem: artefatos moldados por sopro (principalmente frascos e garrafas) devem ser separados daqueles moldados por outros processos, principalmente injeção, a fim de melhorar a qualidade do produto final reciclado.



3.3. Vidro

Assim como os outros materiais, a primeira medida para aumentar o valor da sucata de vidro é retirar os contaminantes indesejáveis, tais como pedaços de cristais, espelhos, lâmpadas²⁵, plásticos e metais, que são usados

em automóveis e na construção civil. No caso de embalagens, chapinhas, canudos e tampas também devem ser retiradas. O Quadro 6 apresenta uma distinção entre as sucatas de vidro que são ou não recicláveis.

QUADRO 6

CLASSIFICAÇÃO DE SUCATAS DE VIDRO

REICLÁVEIS	NÃO REICLÁVEIS
Garrafas de bebida alcoólica e não alcoólica (refrigerantes, cerveja, suco, água, vinho, etc.)	Espelhos, vidros de janela e box de banheiro, lâmpadas e cristal ²⁵
Frascos em geral (molhos, condimentos, remédios e perfumes)	Formas, travessas e utensílios de mesa de vidro temperado
Potes de produtos alimentícios	
Cacos de embalagens	
Vidros de automóveis ²⁵	

Fonte: Abividro

Por possuírem composição química diferente, estes contaminantes causam trincas e defeitos nas embalagens. O mesmo ocorre se os cacos estiverem misturados com terra, cerâmicas e louças. Como não são fundidos junto com o vidro, estes materiais acabam formando pedras no produto final, provocando a quebra espontânea do vidro. Plástico em excesso pode gerar bolhas e alterar a cor da embalagem. Igual problema se verifica quando há contaminação por metais, como as tampas de cerveja e refrigerantes: além de bolhas e manchas, o material danifica

o forno. A tolerância máxima é de um grama de ferro e 30 gramas de alumínio por tonelada de caco.

Outra forma de aumentar o valor de venda da sucata de vidro é separando-a por cores e lavando-a. Os recicladores precisam separar o material por cor – transparente, verde, âmbar, etc. – para evitar alterações de padrão visual do produto final e reações que formam espumas indesejáveis no forno. Os limites de contaminação de outras cores para os vidros verde e âmbar são, respectivamente, 3 e 2% aproximadamente.

²⁵Algumas indústrias de vidro já compram vidros planos, lâmpadas, etc., misturados ao vidro de embalagem. Isto se deve ao fato de produzirem artigos de vidro com composição química diferenciada.



3.4. Metais

3.4.1. Alumínio

O alumínio possui ótimo valor de mercado quando comercializado como sucata. A relação preço/peso/volume confere a ele um bom valor agregado.

Para aumentar o valor de mercado de latinhas de alumínio, deve-se retirar pedras, areia, canudos de plástico, pontas de cigarro, pedaços de vidro, entre outros. Além

disso, a sucata de alumínio não deve conter ferro. As latas de aço devem ser comercializadas em separado. Portanto, é importante que se faça uma limpeza básica. Com estas medidas, o valor de venda do produto aumenta mais de 20%. A classificação de sucatas de alumínio é apresentada no Quadro 7.

QUADRO 7

CLASSIFICAÇÃO DE SUCATAS DE ALUMÍNIO

TIPO	DESCRIÇÃO
Bloco (<i>Tense/Trump</i>)	Blocos de alumínio isentos de contaminantes (ferro e outros), com teor máximo de 2% de óleos e/ou lubrificantes
Borra (<i>Thirl</i>)	Borra de alumínio com teores variáveis e percentual de recuperação a ser estabelecido entre vendedor e comprador
Cabos com alma de aço (<i>Taste</i>)	Retalhos de cabos de alumínio não ligados, usados, com alma de aço
Cabos sem alma de aço (<i>Taste</i>)	Retalhos de cabos de alumínio não ligados, usados, sem alma de aço
Cavaco (<i>Teens/Telic</i>)	Cavacos de alumínio de qualquer tipo de liga, com teor máximo de 5% de umidade/óleo, isentos de contaminantes (ferro e outros)
Chaparia (<i>Taint/Tabor</i>)	Retalhos de chapas e folhas, pintadas ou não, com teor máximo de 3% de impurezas (graxa, óleo, parafusos, rebites, etc.); chapas usadas de ônibus e baús, pintadas ou não; tubos de aerossol (sem cabeça); antenas limpas de TV; cadeiras de praia limpas (isentas de plástico, rebites e parafusos)
Chaparia Mista (<i>Taint/Tabor</i>)	Forros, fachadas decorativas e persianas limpas (sem cordões ou outras impurezas)

Chapas off-set (<i>Tablet/Tabloid</i>)	Chapas litográficas soltas, novas ou usadas, da série 1000 e/ou 3000, isentas de papel, plástico e outras impurezas
Estamparia branca (<i>Taboo</i>)	Retalhos de chapas e folhas, sem pintura e outros contaminantes (graxa, óleo, parafusos, rebites, etc.), gerados em atividades industriais
Latas prensadas (<i>Taldack</i>)	Latas de alumínio usadas decoradas, prensadas com densidade entre 400 kg/m ³ e 530 kg/m ³ , com fardos paletizados ou amarrados em lotes de 1.500 kg, em média, com espaço para movimentação por empilhadeira, teor máximo de 2,5% de impurezas, contaminantes e umidade
Latas soltas ou enfardadas (<i>Talc</i>)	Latas de alumínio usadas decoradas, soltas ou enfardadas em prensa de baixa densidade (até 100 kg/m ³), com teor máximo de 2,5% de impurezas, contaminantes e umidade
Panela (<i>Taint/Tabor</i>)	Panelas e demais utensílios domésticos (“alumínio mole”), isentos de cabos – baquelite, madeira, etc. – e ferro – parafusos, rebites, etc.
Perfil branco (<i>Tread</i>)	Retalhos de perfis sem pintura ou anodizados, soltos ou prensados, isentos de contaminantes (ferro, óleo, graxa e rebites)
Perfil misto (sem identificação específica)	Retalhos de perfis pintados, soltos ou prensados, com teor máximo de 2% de contaminantes (ferro, óleo, graxa e rebites)
Pistões (<i>Tarry</i>)	Pistões automotivos isentos de pinos, anéis e bielas de ferro, com teor máximo de 2% de óleos e/ou lubrificantes
Radiador alumínio-alumínio (<i>Taint/Tabor</i>)	Radiadores de veículos automotores desmontados, isentos de cobre, “cabeceiras” e outros contaminantes (plástico e ferro)
Radiador alumínio-cobre (<i>Talk</i>)	Radiadores de veículos automotores desmontados, isentos de “cabeceiras” e outros contaminantes (plásticos e ferro)
Retalho industrial branco de chapa para lata (<i>Take</i>)	Retalhos de produção industrial de latas e tampas para bebidas, soltos ou prensados, isentos de pintura ou impurezas
Retalho industrial pintado de chapa para lata (<i>Take</i>)	Retalhos pintados de produção industrial de latas e tampas para bebidas, soltos ou prensados, isentos de impurezas
Telhas (<i>Tale</i>)	Retalhos de telhas de alumínio, pintados em um ou ambos os lados, isentos de parafusos ou rebites de ferro, revestimentos de espuma ou assemelhados

Nota: a correlação com as denominações adotadas pelo ISRI (Institute of Scrap Recycling Industries), dos EUA (versão 2005), está indicada entre parênteses

ATENÇÃO: não se deve colocar outros materiais dentro da lata de alumínio ou dos fardos para aumentar seu peso e, conseqüentemente, o valor de venda. Esta é uma prática que irá causar prejuízos aos segmentos posteriores na cadeia, diminuindo a confiança do comprador no fornecedor e, por fim, prejudicando o bom andamento do processo global de reciclagem – da coleta à transformação no produto final.

3.4.2. Aço – latas de aço (ferrosos)

A exemplo do alumínio, a sucata de ferrosos que será encaminhada para reciclagem deve estar isenta de metais de outros tipos de composição. Para garantir que não haverá “contaminação” por outros metais, recomenda-se a utilização de separadores magnéticos simples, de baixo custo, a exemplo das “bobinas imantadas” (ver Figura 13).

É comum encontrar estes separadores magnéticos acoplados a esteiras de separação em galpões de triagem. A sucata de aço será comercializada com sucateiros ou mesmo indústrias que incorporam este tipo de resíduo como matéria-prima em seu processo produtivo. A venda direta para o reciclador irá exigir grandes quantidades e regularidade de fornecimento.

FIGURA 13 – SEPARADOR MAGNÉTICO



Separador magnético (ímã)

ATENÇÃO: a coleta seletiva de outros tipos de metais (exemplo: cobre e chumbo) pode ser completada, desde que haja controle das fontes geradoras a fim de não haver estímulo a atividades ilícitas, como roubo de fações e equipamentos em locais públicos ou privados.



3.4.3. Embalagens tipo longa-vida

Crescem as oportunidades para reciclagem destas embalagens. Prefeituras, cooperativas e sucateiros no Brasil comercializam o material proveniente da coleta seletiva. As possibilidades de reaproveitamento são:

- separação e reutilização das fibras de celulose, que entram nos processos tradicionais de reciclagem de papel;
- extrusão e/ou injeção dos componentes plástico e alumínio (misturados);
- prensagem (compactação) da embalagem triturada

em moinhos especiais para fabricação de chapas com diversas aplicações (por exemplo, telhas).

- Tecnologia de plasma permite a recuperação do alumínio separadamente dos demais componentes.

Para aumentar o valor de venda, o material deve ser comercializado de forma compactada e com o menor grau de umidade possível. O ideal seria a ausência total de água e/ou outros líquidos. O CEMPRE dispõe do endereço de empresas recicladoras de embalagens longa-vida.

FIGURA 13A – FARDO DE EMBALAGENS TIPO LONGA-VIDA PARA RECICLAGEM



4

Técnicas de divulgação/propaganda²⁶

Este é um elemento-chave. Somente a participação ativa de toda a comunidade envolvida garante o sucesso da coleta. É importante divulgar e esclarecer, com folhetos e cartazes, a população quanto à dinâmica do projeto.

Esta comunicação deve preceder o lançamento do programa e também deve ser reforçada periodicamente depois de sua implantação. É importante manter o público informado sobre o total de material coletado desde o lançamento, bem como as metas já alcançadas e aquelas a serem conquistadas.

A seguir são apresentados alguns modelos de folhetos que podem servir de inspiração para outros programas de coleta seletiva de diversas origens.

A seguir são apresentados alguns modelos de folhetos que podem servir de inspiração para outros programas de coleta seletiva de diversas origens.

CINCO MODELOS NACIONAIS DE FOLHETOS EXPLICATIVOS SOBRE COLETA SELETIVA

ATENÇÃO:

Não existe um padrão único rígido para elaboração destes folhetos. O importante é transmitir toda a informação necessária de forma clara e precisa, em formato atraente e linguagem acessível a todos, considerando a enorme diversidade sociocultural brasileira.



²⁶ Ferramentas de educação ambiental.



Venda do material reciclável coletado e separado

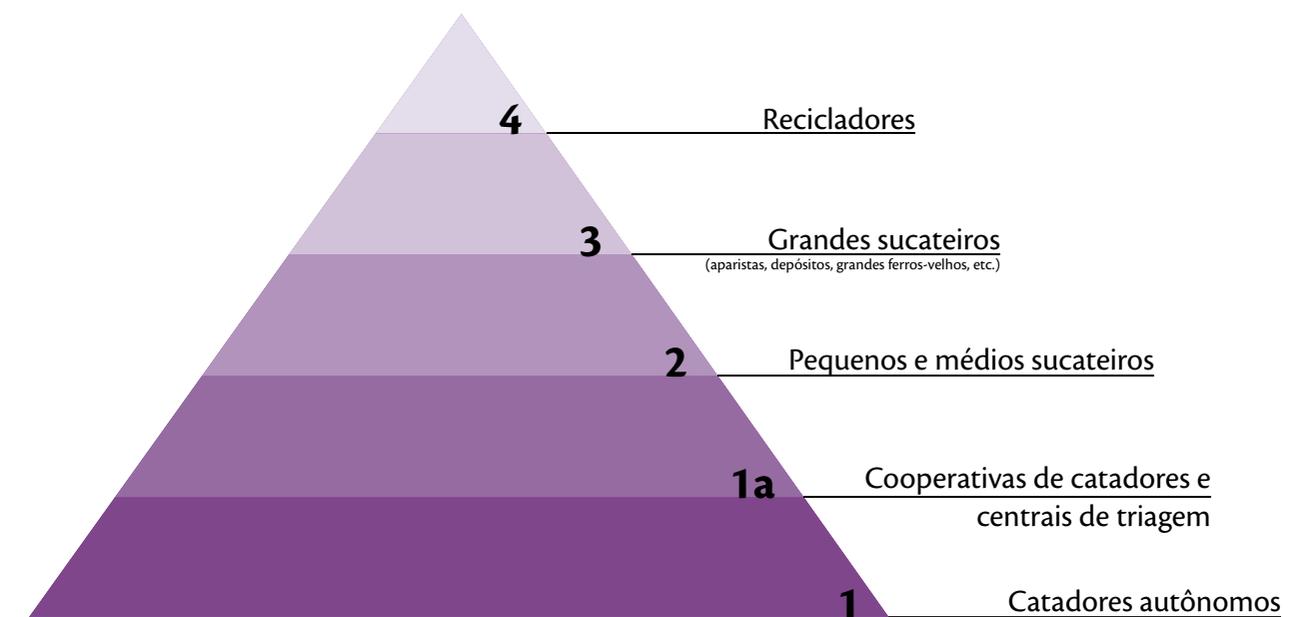
5

A venda ou doação é parte fundamental de todo o processo, pois garante o escoamento do material coletado e armazenado. Recomenda-se acertar os termos de comercialização com cooperativas de catadores, sucateiros e/ou indústrias recicladoras antes de iniciar o programa.

Para contatar compradores de sucata, procure-os no cadastro do CEMPRE²⁷. O segredo para promover um fluxo contínuo de venda dos recicláveis está na regularidade do fornecimento, tanto sob o ponto de vista de qualidade quanto de regularidade.

O comércio de sucatas no Brasil está estruturado da seguinte forma:

FIGURA 14 – ESTRUTURA DO MERCADO DE SUCATAS NO BRASIL



²⁷ As listas de sucateiros, recicladores e cooperativas podem ser acessadas via internet na *home page* do CEMPRE: www.cempre.org.br.

Armazenagem

A seguir são apresentadas algumas dicas básicas sobre a estocagem de materiais recicláveis.

Dependendo da quantidade e regularidade de coleta, o material poderá ser comercializado com sucateiros ou cooperativas de catadores. Caso a quantidade de material separado seja grande, existe a possibilidade de venda direta para a indústria recicladora.

Quanto mais eficiente for a separação dos diferentes tipos de materiais, melhor será a qualidade de cada um e, conseqüentemente, seu valor de mercado. A qualidade do serviço é um fator importante para a sobrevivência

daqueles que dependem desse mercado. Fatores como honestidade e credibilidade são importantíssimos para o bom relacionamento comercial. Com a ampla confiança do cliente nos produtos e serviços oferecidos, solidifica-se esta relação. É importante lembrar que a qualidade percebida pelo cliente é função da relação entre serviço esperado e recebido. O Quadro 8 mostra a evolução do conceito de qualidade entre alguns dos fornecedores de materiais recicláveis.

QUADRO 8

EVOLUÇÃO DOS CONCEITOS DE QUALIDADE ENTRE OS FORNECEDORES DE MATERIAIS RECICLÁVEIS

SETOR DA SOCIEDADE	ANTIQUADO	MODERNO
Atividades dos catadores	<ul style="list-style-type: none"> • individualismo • sujeira • marginalidade • desorganização • má remuneração • falta de motivação • inadimplência 	<ul style="list-style-type: none"> • formação de cooperativas • limpeza • confiança • credibilidade • organização • boa remuneração • motivação
Atividades dos sucateiros	<ul style="list-style-type: none"> • pouca visão empresarial • irregularidades administrativas • desorganização • concorrência desleal 	<ul style="list-style-type: none"> • incremento das relações comerciais • estruturação • organização • profissionalismo
Escolas e associações de moradores	<ul style="list-style-type: none"> • indiferença quanto aos problemas ambientais 	<ul style="list-style-type: none"> • engajamento em questões ambientais

6.1. Papel

Todo cuidado é pouco com a estocagem de papel. O material pode inflamar-se facilmente, principalmente durante o verão. Aconselha-se não empilhar o material até a proximidade do teto do galpão de armazenagem para evitar risco de combustão. Além disso, deve haver extintores de incêndio espalhados em locais estratégicos. Há registro de galpões e usinas no Brasil que já tiveram problemas com incêndios, contraindo grandes prejuízos.

O papel deve ser armazenado em local coberto para evitar a absorção de água da chuva sob pena de se tornar necessária a secagem do material para venda, o que acarretará custos extras. Alguns indivíduos desonestos insistem em molhar propositalmente o papel para obterem vantagens na venda do fardo “mais pesado”. Esta prática contribui para a depreciação da imagem da coleta seletiva perante os recicladores e a opinião pública, reduzindo sua eficiência. É, portanto, uma atitude insensata que deve ser evitada.



6.2. Plástico



A sucata de plástico deve ser geralmente armazenada em locais cobertos para evitar absorção de água (por alguns tipos) e a degradação do material por ação dos raios solares²⁸. Quanto ao perigo de incêndio, os plásticos são inflamáveis e de alto poder calorífico – variando com o tipo – e, portanto, deve-se tomar os devidos cuidados. No entanto, a combustão espontânea do plástico é mais improvável do que a do papel.

²⁸ Alguns tipos de plásticos são muito suscetíveis a este tipo de degradação (exemplo: PP).

6.3. Vidro

A sucata de vidro não triturada e previamente selecionada pode ser estocada em tambores e/ou engradados em lugares descobertos (tipo “bais”) para posterior reutilização, reduzindo-se os gastos com armazenagem. O mesmo pode ser dito em relação aos cacos que serão utilizados no processo de fabricação de novos produtos de vidro.

Observação: A trituração do vidro reduz o volume a ser armazenado



6.4. Aço (latas de aço)



Os metais ferrosos não precisam ser estocados em lugares cobertos, o que reduz sensivelmente os gastos com sua armazenagem. A oxidação (“ferrugem”) da camada externa do metal serve como proteção anticorrosão para as camadas mais internas e é benéfica ao processo de reciclagem. Por outro lado, deve-se tomar cuidado com o acúmulo de águas pluviais, que pode acarretar problemas de transmissão de doenças, como a dengue²⁹.

6.5. Alumínio

Devido ao curto espaço de tempo em que o alumínio ficará estocado, não se faz necessário guardá-lo em locais cobertos, apesar de ser mais indicado, pois evita o acúmulo de águas pluviais. Como o alumínio apresenta alto valor agregado (R\$/kg), é aconselhável guardá-lo em locais seguros, com trancas e cadeados se necessário.



6.6. Embalagens longa-vida



Caso estejam enfardadas, podem ser estocadas ao ar livre, pois a camada de polietileno e a pressão do fardo protegem a camada de papel.

²⁹ O mesmo cuidado deve ser tomado com pneus.

Galpões de triagem

7

O layout de um galpão de triagem pode variar bastante de acordo com o esquema de recebimento e separação dos recicláveis. Não existe um padrão estático para operação destes galpões.

As etapas clássicas são:

- recebimento/estocagem;
- separação (em esteiras, silos ou mesas/bancadas);
- prensagem/enfardamento.

Em alguns casos pode ser feito um pré-beneficiamento que irá agregar valor à sucata a ser comercializada. Este procedimento envolve:

- para **plásticos**: retirada de rótulos, lavagem, moagem, limpeza manual, separação por cor, separação por tipo;
- para **papel**: limpeza manual, secagem, separação por tipo;
- para **vidro**: lavagem, trituração, separação por cor, separação por tipo (exemplo: embalagens x vidro plano)³⁰;
- para **metais**: retirada de contaminantes (pedras, areia, plásticos, etc.), separação por tipo.

FIGURA 15 – VISTA EXTERNA DE UM GALPÃO DE TRIAGEM



³⁰ Atenção: algumas indústrias “vidreiras” já incorporam, em seu processo produtivo, uma mistura controlada de cacos de vidro plano e de embalagens.

FIGURA 16 – LAYOUT INTERNO DE UM GALPÃO DE TRIAGEM



- 1 Prensa vertical
- 2 Balança
- 3 Esteira
- 4 Fardos
- 5 Empilhadeira

Na construção dos centros de captação e triagem, é importante considerar a lei da gravidade, ou seja, conceber a estrutura de modo a aproveitar a energia máxima

possível. Sendo assim, cada etapa descrita anteriormente seria realizada em nível (altura) compondo o chamado “efeito escada” (ver Figura 17).

FIGURA 17 – “EFEITO ESCADA” NA CONSTRUÇÃO DE GALPÕES



7.1. Recebimento de recicláveis

Seja qual for o modelo de coleta seletiva, deve estar prevista uma área específica para estocagem dos recicláveis seguindo as prerrogativas assinaladas anteriormente. Se

for possível, a área de armazenagem deve ser totalmente coberta, mas parte dela pode ser ao ar livre, desde que para acomodar alguns tipos de sucata (ver Capítulo 6).

FIGURA 18 – FOTO DE ÁREA DE ESTOCAGEM



7.2. Triagem

Para a separação manual realizada por indivíduos treinados para tal, recomenda-se a utilização de esteiras transportadoras ou mesmo silos de armazenagem.

Em processos de escala reduzida (por exemplo, nas pequenas cidades), mesas de separação podem ser suficientes.

7.2.1. Com esteira

O lixo reciclável é conduzido por esteiras e é separado continuamente, de forma manual. Para efeito de maximizar a eficiência do processo, alguns parâmetros devem ser analisados cuidadosamente, a saber:

- quantidade de material a ser separado;
- número de pessoas que irão trabalhar na esteira;
- área disponível (atenção para comprimento e largura);
- capacitação técnica para manutenção.

Estes parâmetros irão influir em:

- velocidade da esteira;
- tipo de esteira.

Para aumentar a produtividade na etapa de triagem, que muitas vezes se constitui num “gargalo” para o processo como um todo, recomenda-se o trabalho em turnos nas esteiras, permitindo uma operação de 24 horas/dia.

A terceirização do serviço de triagem tem apresentado ótimos resultados no Brasil, com ganhos significativos de produtividade e boa relação custo-benefício.



FIGURA 19 – ESTEIRA TRANSPORTADORA DE SEPARAÇÃO

7.2.2. Com silos



FIGURA 20 – GALPÃO COM SILOS DE SEPARAÇÃO

Em alguns casos, a velocidade de separação (velocidade de esteira) é insuficiente para cobrir a quantidade de recicláveis a ser separada. Nestes casos, a utilização de silos pode resultar em melhor produtividade no processo, inclusive diminuindo a quantidade de rejeitos gerados.

IMPORTANTE: quanto menor a eficiência de separação, maior a quantidade de “rejeitos” gerados, pois estará incluída nesta categoria um percentual elevado de materiais recicláveis que não foram segregados.

8

Investimentos e custos

Este é um quesito extremamente importante e que, por motivos óbvios, desperta grande interesse por parte das prefeituras ou outras iniciativas espontâneas que pretendam implantar e operar um pro-

grama de coleta seletiva. Contudo, os investimentos necessários irão variar bastante de acordo com as dimensões do projeto. A seguir, serão apresentados os custos relativos a alguns itens importantes.

8.1. Itens de investimento

INFRAESTRUTURA	CUSTO (R\$)	OBSERVAÇÃO
Terreno	não calculado	muito variável. Geralmente cedido pelo município
Obras civis	160.000	galpão industrial de 300 m ² com escritório, vestiário e sanitários
Montagem de equipamentos	2.000	—
Móveis e utensílios	20.000	utensílios para escritório, mesas, cadeiras, armários, computador, impressora, telefone
MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS		
Esteira transportadora	30.000	de acordo com as especificações descritas no Item 8.1.1.2
Prensa vertical	25.800	fardos de até 200 kg
EPIs ³¹	80	por trabalhador: óculos, capacete, calçado de borracha, protetor auricular e luvas
Composteira (ou biodigestor) ³²	—	—
Balança	4.800	eletrônica, para 1.000 kg
Contêineres/caçambas coletoras	não calculado	muito variável. Recomenda-se o uso de criatividade para adaptação de coletores em aço, fibra de vidro ou plástico. No Capítulo 14 é fornecida uma lista de fornecedores de contêineres pré-fabricados ou sob encomenda
Triturador de vidro	6.000	capacidade: 500 kg/h
Picotadora de papel	18.000	valor médio; depende da capacidade da máquina
Carrinho elétrico para coleta	11.500	transporta até 400 kg, elétrico ou motorizado
Empilhadeira	60.000	23,5 HP de potência, 318 kg de capacidade de operação
Elevador de fardos manual	5.200	capacidade de até 500 kg/h

8.1.1. Máquinas e equipamentos

8.1.1.1. Prensas

Normalmente, para prensar lixo sólido coletado seletivamente em programas municipais, utilizam-se prensas hidráulicas com capacidade média de 15 toneladas. A prensa poderá ser do tipo vertical ou horizontal.

FIGURA 21 – PRENSA HIDRÁULICA VERTICAL



FIGURA 22 – PRENSA HORIZONTAL



³¹Equipamentos de Proteção Individual.

³²Biodigestores ou bioestabilizadores são equipamentos que aceleram o processo de compostagem através de aeração forçada. Desta maneira, a fase termófila tem seu período de 15 a 30 dias reduzido para 96 horas, diminuindo a área requerida para o pátio de compostagem. Existem dois tipos principais de biodigestores: o cilíndrico rotativo com eixo horizontal e o cilindro fixo com eixo vertical e com extrator rotativo na base. Em ambos os casos, o ar atravessa o equipamento em contracorrente com os sólidos. No equipamento fixo, existe um dispositivo para remoção do produto pela parte inferior. Para mais informações, consultar o CEMPRES.

8.1.1.2. Esteiras

As esteiras seguem o seguinte padrão usual (sujeito a alterações de acordo com as necessidades): esteira de ferro com proteções de aço e borracha³³, correia em PVC, largura entre 600 e 800 mm, comprimento de 10.000 mm (variável), tensão de 220 V, com velocidade de transporte de 12 a 15 m/min, acompanhada de separador magnético.



8.1.1.3. Moinhos

Para a moagem de plásticos, podem ser utilizados moinhos de facas objetivando a fragmentação em partes menores. A tela do moinho possui orifícios com o tamanho adequado para estes fragmentos, também conhecidos como *flakes*.

8.1.1.4. Balança

A etapa de pesagem é importante para que haja controle do fluxo de entrada e saída de materiais. A balança pode ser do tipo eletrônica com capacidade de 200 kg.



8.1.1.5. Triturador de vidros

Moagem de garrafas e frascos de vidro, garantindo a segurança do operador por isolar o processo de quebra. Carcaça metálica em aço ASTM A36, rotor com palhetas em aço SAC 50, placa de sacrifício em aço SAC 50. Item importante para combater a venda de garrafas inteiras para o mercado ilegal.



8.1.1.6. Carrinhos elétricos para catadores

Veículo ágil, resistente e de fácil manejo, criado para atender a etapa da coleta e transporte de materiais recicláveis. Transporta mais de 300kg, com velocidade média de 10 a 15km/h. Tem autonomia de oito horas ininterruptas de trabalho, tensão 110/220V e dimensões 0,90m de largura X 2,00m de comprimento (gaiola opcional).



8.2. Itens de custos

Os principais itens de custo fixo são: mão de obra, seguros, luz e comunicação. Quanto aos custos variáveis destacam-se: energia elétrica, manutenção de máquinas e equipamentos, água e impostos.

8.2.1. Mão de obra

Um aspecto muito importante no trabalho de segregação dos recicláveis no galpão é quanto à segurança do trabalho. Desta feita, em todas as etapas do processo devem ser utilizados os EPIs pertinentes com o objetivo de garantir a segurança do trabalhador. Os EPIs básicos são:

- óculos de segurança;
- luvas protetoras;
- protetores auriculares;
- botas com biqueira de aço;
- avental.

Nos galpões de triagem, pode-se utilizar mão de obra alternativa com sucesso. Neste caso, os trabalhadores podem ser presidiários e/ou deficientes físicos. É uma excelente oportunidade de geração de atividade útil a estas pessoas, que têm dificuldades de encontrar trabalho em muitos setores da economia, tanto formais quanto informais. A adoção deste procedimento também provoca redução de custos.

FIGURA 23 - EPI'S



Informações sobre fornecedores de equipamentos para coleta seletiva podem ser obtidas no site do CEMPRE: www.cempre.org.br.

³³Para redução de ruídos e desgaste do material.

9

Para onde vai depois de reciclado?

9.1. Papel e papelão

As aplicações para o papel reciclado são as mais variadas:

- caixas de papelão;
- sacolas;
- embalagem para ovos;
- bandejas para frutas;
- papel higiênico;
- cadernos e livros;
- material de escritório;
- envelopes;
- papel para impressão, entre outros.



9.2. Plástico



O plástico reciclado tem infinitas aplicações, tanto nos mercados tradicionais das resinas virgens quanto em novos mercados. O plástico reciclado pode ser utilizado para fabricação de:

- garrafas e frascos;
- baldes, cabides, pentes e outros artefatos produzidos pelo processo de injeção;
- “madeira plástica”;
- cerdas, vassouras, escovas e outros produtos que sejam produzidos com fibras³⁴;
- sacolas e outros tipos de filmes;
- painéis para a construção civil.

9.3. Metais

Geralmente, os metais ferrosos são direcionados para as usinas de fundição, onde a sucata é colocada em fornos elétricos ou a oxigênio, aquecidos a 1.550 °C. Após atingir o ponto de fusão e chegar ao estado líquido, o material é moldado em tarugos e placas metálicas que serão cortadas na forma de chapas de aço. A sucata demora somente um dia para ser reprocessada e transformada novamente em lâminas de aço usadas por vários setores industriais – das montadoras de automóveis às fábricas de latinhas em conserva.

O alumínio também é encaminhado para a fundição, obedecendo parâmetros específicos de processamento. O alumínio reciclado está presente na indústria de autopeças, na fabricação de novas embalagens, automóveis, aviões, entre outros.



9.4. Vidros

Os cacos de vidro são conduzidos para a indústria de vidro que irá utilizá-los como matéria-prima na fabricação de novas embalagens de vidro³⁵. O material é fundido em fornos de altas temperaturas junto à matéria-prima virgem (calcário, barrilha, feldspato, entre outros). O vidro reutilizado (exemplo: embalagens) é enviado para novo envase de produtos na indústria.



9.5. Longa-vida

As opções são cada vez maiores e dependem diretamente do processo de reciclagem. Exemplos:

- pelo processo de desagregação das fibras e separação das frações papel e plástico + metal, as opções de aplicação são:
 - papel: envelopes, papel ondulado/papelão, papel higiênico, entre outros;
 - plástico + metal: cabides, réguas, entre outras peças injetadas e extrusadas;
- pelo processo de prensagem e fabricação de chapas, as opções de utilização são:
 - substituição de painéis utilizados na construção civil, fabricação de bancos, telhas, cadeiras, mesas, entre outros;
- pelo processo de plasma, as possibilidades de aplicação são:
 - utilização de alumínio em pó ou na forma de lingotes, parafina e outros produtos de maior valor agregado como matéria-prima da indústria química.

9.6. Orgânicos

Os resíduos orgânicos são conduzidos para a compostagem. O composto é o resultado da degradação biológica da matéria orgânica em presença de oxigênio do ar e pode ser utilizado como adubo ou fertilizante para enriquecimento de solos.



³⁴ Caso típico do plástico PET (poli(tereftalato de etileno)).

³⁵ Atenção: a princípio, cacos oriundos de vidros de embalagens não devem ser misturados com cacos de vidro plano, pois o processo de reciclagem de ambos é distinto. No entanto, algumas indústrias vidreiras já possuem tecnologia para reciclagem de ambos em conjunto.

10 Incineração de rejeitos

A incineração pode ser considerada uma alternativa de tratamento final do lixo³⁶, desde que seja contemplada a recuperação de energia e haja um controle rigoroso na emissão de efluentes gasosos, filtrando-os e neutralizando seus efeitos com rigor.

Nos sistemas onde ocorre geração de cinzas, estas devem ser destinadas a aterros sanitários.

Os materiais recicláveis devem ser separados antes do processo de incineração, sendo destinados à indústria da reciclagem.

FIGURA 24 – GERAÇÃO DE ENERGIA A PARTIR DA INCINERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS



³⁶ Após esgotadas todas as possibilidades de reciclagem mecânica e química.

Impactos ambientais

11

Cuidados devem ser tomados para que os processos descritos anteriormente não venham a gerar impactos ambientais negativos.

11.1. Saúde

Já foi mencionada anteriormente a importância da utilização de EPIs para garantir a integridade física e a saúde dos indivíduos que estiverem trabalhando no projeto. Contudo, é importante estar atento também às condições de limpeza e higienização dos locais de triagem e estocagem.

A preocupação com os aspectos sanitários deve ser máxima face à natureza do empreendimento. Caso não haja rigor neste quesito, tornam-se significativas as chances de proliferação de insetos, vetores, etc., tornando o ambiente propício à propagação de doenças.

Outros cuidados não menos importantes:

- evitar a emissão de ruídos exagerados durante as etapas de coleta e operação dos galpões;
- estar atento à emissão excessiva de poeira e partículas finas dos galpões. Recomenda-se molhar o solo caso o ambiente se torne excessivamente seco;
- para a construção dos galpões, escolher locais arejados, com boa incidência de ventos, que evita possíveis focos de geração de odores desagradáveis;
- evitar o acúmulo de água parada, que pode se tornar foco de transmissão de doenças, tais como a dengue.

11.2. Destino para rejeitos

Os rejeitos gerados pela atividade de triagem devem ser separados, acondicionados de forma adequada e destinados a locais próprios: aterros sanitários e/ou incineradores com recuperação de energia e controle de emissões.

É importante ressaltar que alguns materiais podem ser considerados rejeito apenas por não possuírem mercado numa determinada localidade ou região onde o programa de coleta seletiva é operado ou até mesmo por dependerem de fatores sazonais.

Desde 1994, o CEMPRE realiza a pesquisa CICLOSOFT: um acompanhamento estatístico permanente de programas de coleta seletiva realizados no Brasil. São apurados e analisados índices técnicos, econômicos e sociais. O quadro atual indica que, em 2012, um total de 766 municípios operava o serviço. Há 18 anos, no primeiro estudo, eram apenas 81.

E mais: o custo da coleta seletiva em 1994 era, em média, 10 vezes maior do que o custo da coleta convencional. Atualmente, esta relação está em 4,5 vezes. Os demais gráficos com o retrato completo da coleta seletiva municipal podem ser obtidos no site: http://www.cempre.org.br/ciclossoft_2012.php



ABIVIDRO. Manual de reciclagem de vidro. São Paulo: Biblioteca do CEMPRE, 1994.

BELO HORIZONTE. Serviço de Limpeza Urbana. *Relatórios técnicos*.

CAMPINAS. Prefeitura Municipal. *Relatórios técnicos*.

CASTELLANOS, O. L.; LOPEZ, A. P.; ALMARAZ, J. S. Reciclado de Resíduos Sólidos Urbanos. *Revista de Plásticos Modernos*, Madrid, v. 29, n. 268, p. 491-498, 1992.

CEMPRE. *Fichas Técnicas*. São Paulo.

CEMPRE/IPT. *Manual de Gerenciamento Integrado do Lixo Municipal*. São Paulo, 1995.

CEMPRE/ISER. *A participação das ONGs* (Cadernos de Reciclagem 5), São Paulo, 1996. 32 p.

DISTRITO FEDERAL. Serviço de Limpeza Urbana. *Relatórios técnicos*.

EIGENHEER E. M. (Org.). *Coleta seletiva de lixo: experiências brasileiras*. Rio de Janeiro: In-Fólio, 1993. 81 p.

EIGENHEER E. M. (Org.). *Coleta seletiva de lixo: experiências brasileiras nº 2*. Rio de Janeiro: In-Fólio, 1998. 207 p.

EIGENHEER E. M. Lixo e desperdício. In: (Org.) *Raízes do Desperdício*, Rio de Janeiro: ISER, 1993. p. 23-30.

FLORIANÓPOLIS. Companhia Melhoramentos da Capital. *Relatórios técnicos*.

GRAHAM, B.; FLEMINGTON, B. Identifying opportunities to reduce curbside recycling system costs. *Resource Recycling*, Portland, v. 14, n. 8, ago. 1995.

MANO, E. B. *Polímeros como materiais de engenharia*. São Paulo: Blucher, 1991. 218 p.

PEREIRA NETO, J. T. Manual de compostagem: processo de baixo custo, Belo Horizonte: UNICEF, 1996. 56 p.

SALVADOR. Empresa de Limpeza Urbana do Salvador – Limpurb. Programa Recicla Salvador. *Relatórios técnicos*.

VILHENA, A. T. *A coleta seletiva de lixo: uma proposta de programa de gestão integrada*. 1996. Dissertação (Mestrado em Engenharia), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

VILHENA, A. T.; BONELLI, C. M. C. *O sucateiro e a coleta seletiva* (Reciclagem & Negócios), São Paulo: CEMPRE, 1996. 36 p.

VILHENA, A. T.; GRIECO, C.; ZAPATA, J. *Compostagem: a outra metade da reciclagem* (Cadernos de Reciclagem 6), São Paulo: CEMPRE, 1997. 32 p.

14

Fornecedores de equipamentos

CELMAQ www.celmaq.com.br 31 3394 7224

STOLLMEIER www.stollmeier.com.br 55 3375 3050

TECSCAN www.tecscan.com.br 31 3476 4644

IGUAÇUMEC www.iguacumec.com.br 43 3401 1000

ECOWAIG www.ecowaig.com.br 19 3446 6400

KUBITZ www.kubitz.com.br 45 3225 2066

OFICINA DO METAL www.oficinadometal.com.br 41 3569 1606

CIAL www.cialcomercio.com.br 11 3932 5815

Informações sobre fornecedores de equipamentos para coleta seletiva podem ser obtidas no site do CEMPRE: www.cempre.org.br.



www.cempre.org.br

www.facebook.com/cemprebr