

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
PRODEMA – Programa Regional de Pós-Graduação
em Desenvolvimento e Meio Ambiente

Ivonildo Pereira Miranda

**DIAGNÓSTICO DA PRODUTIVIDADE SISTÊMICA:
UMA ANÁLISE DA CADEIA PRODUTIVA DOS RESÍDUOS
PLÁSTICOS RECICLÁVEIS DO PROJETO RECICLANDO,
FORTALEZA-CE**

Fortaleza - CE

2003

IVONILDO PEREIRA MIRANDA

**DIAGNÓSTICO DA PRODUTIVIDADE SISTÊMICA:
UMA ANÁLISE DA CADEIA PRODUTIVA DOS RESÍDUOS
PLÁSTICOS RECICLÁVEIS DO PROJETO RECICLANDO,
FORTALEZA-CE**

Dissertação apresentada à Coordenação do Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Ceará, na área de concentração - Economia dos Recursos Naturais e Política Ambiental, como requisito final para obtenção do Título de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Orientador

Ruben Dario Mayorga Mera, Ph.D.

Fortaleza - CE

2003

M672d Miranda, Ivonildo Pereira

Diagnóstico da produtividade sistêmica: uma análise da cadeia produtiva dos resíduos plásticos recicláveis do projeto reciclando / Ivonildo Pereira Miranda. – Fortaleza: UFC, 2003.

159 f. : il.

Orientador: Prof. Phd Ruben Dario Mayorga Mera

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

1. Resíduos Sólidos. 2. Reciclagem. 3. Produtividade Sistêmica. 4. Plásticos – Dissertação. I. Título.

CDD 678.5

A presente dissertação foi submetida à apreciação da Banca Examinadora infra-indicada, e apresentada à coordenação do Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente - Área de Concentração: Economia dos Recursos Naturais e Política Ambiental - Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos necessários à obtenção, pelo seu autor, do Título de Mestre. Um exemplar desta pesquisa encontra-se à disposição dos interessados na Biblioteca de Ciências e Tecnologia e de Economia Agrícola da mencionada Instituição.

A citação de quaisquer trechos ou dados dessa dissertação é permitida, desde que seja procedida de acordo com a legislação do Direito Autoral e consoante às normas da ética científica.

Ivonildo Pereira Miranda

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 11/09/2003

Banca Examinadora:

Ruben Dario Mayorga Mera, Ph.D.

Orientador

Maria Irlles de Oliveira Mayorga, Ph.D.

Sandro Donnini Mancini, Dr.

À minha família(Dorinha, Iranildo, Ivonete, Ivoneide e Lurdinha), pelo incentivo nos momentos difíceis, pela compreensão, solidariedade e paciência.

À minha cunhada e meus sobrinhos João Pedro e Maria Eduarda.

À meu pai, João Távora Miranda Filho, que até hoje me acompanha e orienta, em memória postuma.

À todos que de uma forma ou de outra contribuem para promoverem a coleta seletiva e reciclagem de lixo no Ceará.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

“... Tudo é do Pai, toda honra e toda glória é Dele a vitória alcançada em minha vida.”

A Santíssima Trindade(Deus, Jesus Cristo e Espírito Santo), pela sua misericórdia, permitiu o uso de seus dons para eu subir mais um degrau em minha vida profissional.

Ao orientador, Prof. Ph.D. Ruben Dario Mayorga Mera e à Profa. Ph.D. Maria Irles de Oliveira Mayorga, pela grandiosa paciência, e que muito me incetivaram e ajudaram a participar e concluir esse mestrado, com suas orientações e seus conselhos preciosos.

Ao Prof. Dr. Suetônio Mota, que me apresentou o Prof. Dr. Sandro Donnini Mancini, uma luz que Deus enviou para ajudar no discernimento de minha dissertação.

Ao Prof. Dr. José Levi Furtado Sampaio, pela colaboração, com reflexões e críticas. Além de sua alegria e de seu espírito amigo.

Aos meus amigos, Sandra Helena, Fernanda Coelho, Everton Alves, Rogério Costa, que juntos conseguimos vencer o cansativo processo seletivo do mestrado, e pela troca constante de idéias.

A todos meus amigos de mestrado, pelos momentos de debates que me traziam o crescimento, como também nossos momentos de festa e alegria.

À equipe do SEBRAE/CE, nas pessoas de Herbart Melo e Alice Mesquita, pela atenção dispensada e confiança em meu trabalho.

E a todos que direta ou indiretamente participaram, colaboraram e engrandeceram esta dissertação.

RESUMO

MIRANDA, Ivonildo Pereira. Diagnóstico da Produtividade Sistêmica: Uma Análise da Cadeia Produtiva dos Resíduos Plásticos Recicláveis do Projeto Reciclando, Fortaleza/Ce. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Fortaleza: UFC, 2003.

Nos dias de hoje, o conceito de Desenvolvimento Sustentável norteia a elaboração de projetos e políticas públicas, que visam criar uma relação equilibrada com o meio ambiente, e que procuram atender não só as necessidades atuais, mas também as futuras. Seu entendimento e aplicação tornam-se importantes na elaboração de propostas que busquem solucionar os problemas relacionados ao tratamento dos resíduos sólidos. Dentre os vários resíduos, os plásticos são uma das categorias as quais devem ser dada uma grande atenção, devido, entre outros aspectos, ao grande número de tipos e misturas que complicam os processos de coleta, triagem e reciclagem. Nesse sentido é preciso utilizar-se de um modelo de gerenciamento que tenha um maior conhecimento e controle da cadeia produtiva dos plásticos, de forma a torná-la mais eficiente e sustentável. Este trabalho propõe o uso de um modelo de gerenciamento baseado na Gestão pela Produtividade Sistêmica aplicado às Cadeias Produtivas, que busca acompanhar e analisar a cadeia produtiva como um todo. O modelo sugerido foi aplicado à Cadeia Produtiva dos Resíduos Plásticos Recicláveis do Projeto Reciclando, um projeto de coleta seletiva e reciclagem iniciado no ano de 1996, que funciona no município de Fortaleza. Através do Diagnóstico da Produtividade Sistêmica, foi possível rastrear e analisar os processos de funcionamento de todos os elos da cadeia, levantando pontos fortes, pontos passíveis de melhoria e os problemas que dificultam os processos, sugerindo ao final, a implementação de algumas ações visando um funcionamento mais eficiente.

Palavras-chave: Resíduos Sólidos; Reciclagem; Produtividade Sistêmica; Plásticos.

ABSTRACT

MIRANDA, Ivonildo Pereira. Diagnosis of the Systemic Productivity: An analysis of the productive chain at the Recyclable Plastic Residues of the Project Recycling, Fortaleza/Ce. Dissertation (Master's degree in Development and Environment). Fortaleza:UFC, 2003.

In the days today, the concept of Maintainable Development, orientates the elaboration of projects and public politics, which it seeks to create a balanced relation with the environment, and that tries to assist not only the current needs but also the future ones. The understanding and application become important in the elaboration of proposals that looks for to solve the problems related to the treatment of the solid residues. Among the several residues, the plastics are one of the categories the ones which duty a great attention to be given, due, among other aspects to the great number of types and mixtures that complicate the collection processes, selection and recycling. In that sense it is necessary to use of an administration model that has a larger knowledge and control of the productive chain of the plastics, in way to turn her more efficient and maintainable. This work proposes the use an administration model based on the Administration plea Systemic Productivity applied to the Productive Chain of the Recyclable Plastic Residues of the Project Recycling, a project of selective collection and recycling begun in the year of 1996, that it works in the municipal district of Fortaleza. Through the Diagnosis of the Systemic Productivity, it was possible to track and to analyze the processes of operation of all of the links of the chain, strong points, points susceptible to improvement and the problems that hinder the processes getting up, suggesting at the end, the implementation of some actions seeking a more efficient operation.

Word-key: Solid Residues; Recycling; Systemic Productivity; Plastic.

LISTA DE FIGURAS

1. Sequência de prioridades na gestão dos resíduos sólidos.....	23
2. Gerações na cadeia produtiva dos plásticos.....	38
3. Formato do fundo e código das embalagens PET.....	43
4. Formato do fundo e código das embalagens PEAD.....	45
5. Formato do fundo e código das embalagens PVC.....	47
6. Código das embalagens PEBD.....	48
7. Código das embalagens PP.....	51
8. Código das embalagens PS.....	53
9. Pátio de compostagem em pequena escala - Minas Gerais.....	60
10. Unidade de Triagem e Compostagem da Lomba do Pinheiro qualifica produção agro-ecológica.....	63
11. Esquema de um incinerador.....	65
12. Esquema de um reator pirolítico.....	67
13. Esquema de um aterro sanitário.....	72
14. Fluxograma da reciclagem energética.....	74
15. Fluxograma da reciclagem mecânica.....	77
16. Separação dos plásticos recicláveis na esteira.....	77
17. Moagem dos plásticos selecionados.....	78
18. Lavagem dos plásticos moídos.....	78
19. Secagem dos plásticos moídos.....	79
20. Aglutinação dos plásticos moídos e secos.....	79
21. Extrusão e granulação dos plásticos secos.....	80
22. Simbologia dos polímeros.....	81
23. Fluxograma de identificação de polímeros no caso de garrafas ou frascos.....	86
24. Fluxograma de identificação de polímeros no caso de potes, vasilhas ou bandejas.....	87
25. Fluxograma de identificação de polímeros no caso de tampas.....	88
26. Fluxograma de identificação de polímeros no caso de filmes.....	89
27. Casa da Qualidade.....	96
28. A sinergia da Produtividade Sistêmica.....	97

29. Ciclo PDCA.....	99
30. Fluxo geral de uma cadeia produtiva.....	105
31. Ilha Ecológica.....	109
32. Carrinho Coletor.....	110
33. Caminhão de Coleta Seletiva.....	110
34. Fluxo de funcionamento do Projeto Reciclando.....	111
35. Cadeia produtiva dos resíduos sólidos do Projeto Reciclando.....	113
36. Croqui da área do CRC.....	114
37. Fluxograma de detalhamento dos problemas do ELO de Geradores.....	117
38. Fluxogramas de detalhamento dos problemas do ELO dos Centros Comunitários.....	122
39. Fluxogramas de detalhamento dos problemas do ELO do CRC.....	127
40. Fluxogramas de detalhamento dos problemas do ELO das Indústrias Recicladoras(SINDIVERDE).....	132

LISTA DE TABELAS

1. Tipos e aplicações do papéis recicláveis.....	26
2. Tipos e aplicações dos vidros.....	30
3. Aplicações dos diferentes tipos de metais.....	31
4. Classificação dos metais não-ferrosos por densidade.....	34
5. Balança comercial da cadeia produtiva da indústria de transformação de plásticos.....	40
6. Etapas da revalorização de alguns grupos de materiais.....	57
7. Polímeros mais prováveis utilizados na fabricação de embalagens.....	82
8. Identificação dos plásticos pela queima.....	84
9. Etapas principais da aplicação do ciclo PDCA.....	100
10. Etapas e Sub-etapas da aplicação do ciclo PDCA.....	101
11. Quadro para listagem de pontos fortes e pontos passíveis de melhoria.....	103
12. Geração dos resíduos no município de Fortaleza.....	107
13. Composição física dos resíduos sólidos, segundo os tipos – Ceará – 2000....	115
14. Estimativa do lixo domiciliar e recicláveis plásticos gerados por Secretaria Executivas Regionais.....	116
15. Pontos fortes e pontos passíveis de melhoria no ELO dos Geradores.....	117
16. Relação dos centros comunitários envolvidos no Projeto Reciclando e as estimativas dos totais de recicláveis e de resíduos plásticos coletados por centro.....	119
17. Pontos fortes e pontos passíveis de melhoria no ELO dos Centros Comunitários.....	121
18. Quantidade e valores de RPR negociados pelo CRC – Fev/2003.....	125
19. Pontos fortes e pontos passíveis de melhoria no ELO do CRC.....	127
20. Relação das Indústrias recicladoras de plásticos associadas ao SINDIVERDE.....	129
21. Dados gerais das indústrias recicladoras.....	130
22. Pontos fortes e pontos passíveis de melhoria no ELO das Indústrias Recicladoras(SINDIVERDE)	131
23. Pontos Fortes da Cadeia Produtiva dos RPR.....	133
24. Pontos Passíveis de Melhoria da Cadeia Produtiva dos RPR.....	134

LISTA DE SIGLAS

ABIPET – Associação Brasileira dos Fabricantes de Embalagens PET
ABIPLAST - Associação Brasileira das Indústrias Plásticas
ABIVIDRO - Associação Técnica Brasileira das Indústrias Automáticas de Vidro
CEMPRE – Compromisso Empresarial para a Reciclagem
CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
CRC - Centro de Reciclagem do Ceará
DCE - Dicloro etano
EMLURB - Empresa Municipal de Limpeza Urbana
EVA - Poliacetato de Etileno Vinil
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBQP/PR- Instituto Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Estado do Paraná
IPLANCE – Fundação Instituto de Pesquisa e Informação do Ceará
IPT – Instituto de Pesquisa e Tecnologia
MVC - Mono cloreto de vinila
NPK - Nitrogênio, Fósforo e Potássio
ONU – Organização das Nações Unidas
PEAD - Polietileno de Alta Densidade
PEBD - Polietileno de Baixa Densidade
PELBD - Polietileno Linear de Baixa Densidade
PET – Poli(tereftalato de etileno)
PLASTVAL - Valorização de Resíduos Plásticos S.A
PNB – Produto Nacional Bruto
PP - Polipropileno
PS - Poliestireno
PSAI - Poliestireno de Alto Impacto
PSE – Poliestireno Expandido
PU - Poliuretanos
PVC - Policloreto de Vinila
RPR – Resíduos Plásticos Recicláveis
RSD – Resíduos Sólidos Domiciliares

RSU – Resíduos Sólidos Urbanos

SEBRAE - Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

SEMACE – Superintendência de Meio Ambiente do Estado do Ceará

SER – Secretaria Executiva Regional

SINDIVERDE - Sindicato das Empresas Recicladoras do Ceará

SIRESP - Sindicato da Indústria de Resinas Sintéticas no Estado de São Paulo

UFC - Universidade Federal do Ceará

UNESCO - Organização das Nações Unidas para Educação, Ciências e Cultura

VICK - Comércio de Plásticos e Isolantes Ltda

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	ix
LISTA DE TABELAS.....	xi
LISTA DE SIGLAS.....	xii
1. INTRODUÇÃO.....	13
1.1. Objetivo Geral.....	15
1.2. Objetivos Específicos.....	15
2. MODELO CONCEITUAL.....	17
2.1. Desenvolvimento Sustentável.....	17
2.2. Os Resíduos Sólidos.....	20
2.3. Formas de Tratamento dos Resíduos Sólidos.....	55
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	91
3.1. Conceito de Método.....	91
3.2. Métodos de Abordagem.....	91
3.3. Técnica de Pesquisa.....	93
3.4. Área Geográfica de Estudo.....	93
3.5. Fontes dos Dados.....	94
3.6. Gestão pela Produtividade Sistêmica.....	95
3.7. Produtividade Sistêmica em Cadeias Produtivas.....	105
3.8. Cadeia Produtiva do Projeto Reciclando.....	107
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	112
4.1. Aplicação do Diagnóstico da Produtividade Sistêmica na Cadeia Produtiva dos RPR do Projeto Reciclando.....	112
4.1.1. Conhecimento e Delimitação da Cadeia Produtiva dos RPR.....	113
4.1.2. Análise dos Elos da Cadeia Produtiva dos RPR.....	115
4.1.3. Análise Geral da Cadeia Produtiva dos RPR.....	133
5. CONCLUSÕES E SUGESTÕES.....	136
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	139

ANEXOS E APÊNDICES.....144

1 INTRODUÇÃO

Desde o início da civilização o ser humano enfrenta o problema de como gerenciar seus próprios resíduos. Atualmente, a população é a maior da história e a quantidade de resíduos também, seja gerada diretamente pela necessidade de consumo ou pela produção industrial.

Segundo FIGUEIREDO (1994), a definição de resíduos pode ser apresentada como um descontrole entre os fluxos de certos elementos em um dado sistema ecológico, implicando na instabilidade do próprio sistema. Enquanto, o lixo é considerado como sendo os resíduos que não foram reutilizados ou reintroduzidos ao ciclo produtivo, tendo que serem dispostos de alguma forma no meio ambiente.

O atual crescimento demográfico da população, aliado ao aumento da demanda provocado por suas aspirações e necessidades, atinge tal nível que a relação entre o homem e seu meio ambiente apresenta uma grande fragilidade. Isso demonstra a necessidade de uma mudança de valores e atitudes. É necessária uma maior atenção no ecossistema. E o homem, como sujeito pensante, capaz de refletir sobre a dinâmica das interações biológicas e sociais entre as formas de vida do planeta, tem um papel incontestável de atuação nesse meio (MANCINI, 1996).

O comportamento antropocêntrico e o conseqüente uso indiscriminado dos recursos naturais têm-se demonstrado pouco sustentáveis e bastante danosos ao ambiente. Diante disso, sente-se uma dificuldade de vislumbrar perspectivas de conservação destes recursos para uso pelas sociedades futuras, nos moldes da sociedade atual (CASTELO, 2000).

A problemática criada pela crescente geração de resíduos, oriundos do “uso e abuso” dos produtos necessários à sobrevivência humana é uma questão complexa para a qual se requer a atuação das diversas camadas da sociedade. Atuação, essa, que deve explorar os aspectos ambientais, sociais, institucionais, políticos e econômicos referentes à geração de resíduos. Como coloca FIGUEIREDO(1994):

“A questão dos resíduos é utilizada para evidenciar a urgente necessidade de discussão e revisão dos conjuntos de valores das sociedades atuais, no sentido de garantir, pelo menos, as mesmas possibilidades de vida atuais para as sociedades futuras e o surgimento de novas concepções sociais mais justas e integradas no (e com o) planeta”.

Segundo CASTELO(2000), o uso racional dos recursos naturais e melhor distribuição de seus benefícios entre os seres humanos é o caminho para a melhoria das condições sociais e ambientais no mundo. Uma vez que o lixo, em sua maioria, é produto do desperdício e mau uso dos recursos, quando a sociedade monitorar a produção de refugos, estará poupando o ambiente natural e promovendo, em parte, o desenvolvimento sustentável.

Os problemas do esgotamento sanitário, do transporte e disposição final do lixo e da qualidade da água estão intimamente ligadas com a saúde da população. Não se pode procurar resolver, ou pelo menos melhorar, as condições de saúde do cidadão ou dos habitantes de uma cidade, sem que se estude, em primeiro lugar, os problemas de infraestrutura sanitária, ou seja, que se resolvam os problemas da captação e tratamento da água, do transporte e disposição final do lixo e do esgotamento sanitário.

O lixo tem uma íntima ligação com a qualidade ambiental. Temos que ressaltar, com muita ênfase, que ele deve ser colocado em lugar certo e muito bem planejado. O tratamento inadequado do lixo pode comprometer o meio ambiente e se tornar um foco de geração de doenças de diversos tipos (GLAUCO, 2000).

A busca de um tratamento adequado para o lixo vem se tornando, cada vez mais, um grande problema para os administradores das cidades, particularmente das metrópoles, como Fortaleza, devido aos graves problemas de localização e de estrutura dos lixões e aterros, sobretudo, no controle do “chorume”, o líquido gerado pela decomposição do lixo orgânico e que possui um grande potencial de contaminação das águas superficiais e subterrâneas.

Portanto, revista a fundamental importância, de se pensar num sistema de tratamento que contemple a coleta e a reciclagem dos resíduos sólidos, surgiu a proposta de se estudar o Projeto Reciclando, o qual foi o primeiro projeto de coleta seletiva e reciclagem de lixo implantado em Fortaleza pelo Governo do Estado do Ceará, juntamente com outras entidades. Este projeto está inserido na cadeia produtiva cearense da reciclagem de plásticos. O estudo e compreensão da cadeia produtiva como um todo, em termos de viabilidade e sustentabilidade revestem a maior importância, já que o seu funcionamento de forma otimizada contribui para o controle da problemática dos resíduos sólidos.

Neste sentido, o trabalho em questão, tem como tema principal a Cadeia Produtiva dos Resíduos Plásticos Recicláveis(RPR) no Município de Fortaleza, e sua apresentação

está dividida em sete capítulos, sendo que no **Capítulo I** é feita a introdução e a descrição dos objetivos. O **Capítulo II**, trata do modelo conceitual e está dividido em três tópicos, com o intuito de facilitar a leitura e a busca de informações: “Desenvolvimento Sustentável”, “Os Resíduos Sólidos” e “Formas de Tratamento dos Resíduos Sólidos”.

O **Capítulo III**, aborda a base metodológica utilizada no trabalho, e vem dividido em oito tópicos: “Conceito de Método”, “Métodos de Abordagem”, “Técnica de Pesquisa”, “Área Geográfica de Estudo”, “Fontes dos Dados”, “Gestão pela Produtividade Sistêmica”, “Produtividade Sistêmica em Cadeias Produtivas” e “Cadeia Produtiva do Projeto Reciclando”.

No **Capítulo IV**, será apresentado a “Aplicação do Diagnóstico da Produtividade Sistêmica na Cadeia Produtiva dos RPR do Projeto Reciclando”.

Para finalizar, no **Capítulo V**, estarão as “Conclusões e Sugestões” do trabalho, seguida das “Referências Bibliográficas”, no **Capítulo VI**.

Com o produto final desse trabalho espera-se dar subsídio à implantação e à melhoria de projetos desenvolvidos por prefeituras, associações e outras entidades. Além de contribuir com a melhoria do funcionamento da cadeia, para que o mesmo amplie a sua capacidade de gerar ocupação e renda, trazendo melhoria na qualidade de vida e mantendo o meio ambiente limpo.

1.1. Objetivo Geral

O objetivo geral desse trabalho é analisar a Cadeia Produtiva dos Resíduos Plásticos Recicláveis que são movimentados dentro do Projeto Reciclando, aplicando um modelo de diagnóstico em toda a cadeia, baseando-se na metodologia da Produtividade Sistêmica.

1.2. Objetivos Específicos

De uma forma mais detalhada, esta dissertação visa:

- Caracterizar os tipos de Resíduos Plásticos Recicláveis(RPR);
- Estimar as quantidades dos RPR;
- Descrever o fluxo geral da cadeia produtiva dos RPR;

- Levantar dados para definir em cada elo da cadeia, pontos fortes e pontos passíveis de melhoria;
- Detalhar os problemas de cada elo da cadeia;
- Definir e priorizar as melhorias à serem implementadas nos elos;
- Definir, em âmbito geral, pontos fortes e pontos passíveis de melhoria da cadeia dos Resíduos Plásticos Recicláveis(RPR);
- Definir e priorizar as melhorias à serem implementadas em toda a cadeia.

2. MODELO CONCEITUAL

Neste capítulo será dada a base teórica para o trabalho, abordando assuntos que permeiam o entendimento do tema estudado. A compreensão do Desenvolvimento Sustentável é de extrema importância para alicerçar a mudança de postura diante da problemática dos resíduos sólidos e a criação de políticas públicas coerentes com esse desenvolvimento proposto. A reflexão sobre os problemas gerados a partir do tratamento inadequado dos resíduos sólidos, mais especificamente dos resíduos plásticos recicláveis, suas definições, e a apresentação das formas de reciclagem desses materiais ajudarão no desenvolvimento do trabalho.

2.1. Desenvolvimento Sustentável

Antes de entender o que seja Desenvolvimento Sustentável, faz-se necessário definir o que é Desenvolvimento e ter noção do que vem a ser sustentabilidade.

CAVALCANTI(1998) apresenta o Desenvolvimento como sendo basicamente um processo de mudança estrutural, global e contínua, deliberação individual e social que tem como objetivo satisfazer as necessidades humanas, aumentando a qualidade de vida(pelo menos no prazo de uma geração), atingindo níveis superiores e mais desejáveis de realizações e organizações.

A noção de sustentabilidade, por sua vez, implica uma necessária inter-relação entre justiça social, qualidade de vida, equilíbrio ambiental e a necessidade de desenvolvimento respeitando à capacidade de suporte do planeta (HOGAN, 1993).

De acordo com a UNESCO(1999), as medidas que habitualmente são utilizadas para quantificar o Desenvolvimento, como o Produto Nacional Bruto(PNB), o equiparam ao aumento de produção e do consumo de bens e serviços. Essas medições levam em conta o investimento nos meios de produção, tais como a escavação de minas de cobre ou a perfuração de poços de petróleo, mas não consideram o uso e o eventual esgotamento do capital precioso que os recursos naturais do mundo representam. Há outros âmbitos, nos quais também as medidas econômicas falham, ao não considerarem como custos, e sim, como externalidades, a emissão de gases, o uso indiscriminado de herbicidas e pesticidas na agropecuária e outros contaminantes existentes. Desta forma, a sociedade, e não o

contaminador, é que suporta a carga e o custo de enfrentar os prejuízos sociais, econômicos e ambientais.

Segundo BARBIERI(1997), grande parte do problema relacionado com o seu significado teórico, refere-se às políticas de Desenvolvimento praticadas até então em diversos países, onde os segmentos sociais que detêm o poder político do estado afirmam como sendo nacionais os seus próprios objetivos e interesses. Dessa forma, os benefícios dos esforços coletivos acabam sendo distribuídos desigualmente, tal qual se encontra hoje, por exemplo, a sociedade brasileira, de acordo com os planos de desenvolvimento implementados após 1964.

No intuito de estudar novas modalidades de percepção de política de desenvolvimento, no ano de 1973, o canadense MAURICE STRONG lançou o conceito de ecodesenvolvimento, cujos princípios foram formulados pelo cientista político IGNÁCY SACHS. Os caminhos do ecodesenvolvimento seriam seis:

- Satisfação das necessidades básicas;
- Solidariedade com as gerações futuras;
- Participação da população envolvida;
- Preservação dos recursos naturais e do meio ambiente;
- Elaboração de um sistema social que garanta emprego, segurança social e respeito a outras culturas;
- Programas de educação.

Esta teoria referia-se principalmente às regiões subdesenvolvidas, envolvendo uma crítica à sociedade industrial. Foram os debates em torno do ecodesenvolvimento que abriram espaço ao conceito de Desenvolvimento Sustentável (SACHS, 1986).

O conceito de desenvolvimento sustentável deve ser visto como uma evolução do conceito de ecodesenvolvimento e uma alternativa ao conceito de crescimento econômico, o qual está associado a crescimento material, quantitativo, da economia. Isso não quer dizer que, como resultado de um desenvolvimento sustentável, o crescimento econômico deva ser totalmente abandonado.

Admitindo-se, antes, que a natureza é a base necessária e indispensável da economia moderna, bem como das vidas das gerações presentes e futuras, o desenvolvimento sustentável significa qualificar o crescimento e reconciliar o desenvolvimento econômico com a necessidade de se preservar o meio ambiente (BINSWANGER, 1997).

A Comissão Mundial da ONU sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, formulou e apresentou no ano de 1987 um documento intitulado “Our Common Future” (Nosso Futuro Comum), mais conhecido por Relatório Brundtland, no qual se conceituava o Desenvolvimento Sustentável como: um desenvolvimento que satisfaça as necessidades das gerações presentes sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem suas necessidades. Os principais objetivos apresentados por este documento foram: retomar o crescimento como condição necessária para erradicar a pobreza; mudar a qualidade do crescimento para torná-lo mais justo, equitativo e menos intensivo em matérias-primas e energia; atender as necessidades humanas de emprego, alimentação, energia, água e saneamento; manter um nível populacional sustentável; conservar e melhorar a base de recursos; reorientar a tecnologia e administrar os riscos; incluir o meio ambiente e a economia no processo decisório.

No contexto urbano metropolitano brasileiro os problemas ambientais têm se avolumado a passos largos e a sua lenta resolução tem se tornado de conhecimento público pela intensidade do impacto, como o aumento desmesurado de enchentes, dificuldades na gestão dos resíduos sólidos e interferência crescente do despejo inadequado de lixo em áreas potencialmente degradáveis em termos ambientais, com impactos cada vez maiores da poluição do ar na saúde da população.

O tema dos resíduos sólidos é provavelmente aquele que melhor exemplifica as possibilidades de formulação de políticas públicas minimizadoras ou preventivas. Entretanto, a timidez das iniciativas e a descontinuidade das políticas têm criado um verdadeiro círculo vicioso.

Em nenhum outro caso existem, segundo WHITE e WHITNEY(1992), condições tão favoráveis para se estabelecerem os vínculos entre a atividade humana e o sistema ecológico, como no que toca à forma como uma sociedade administra os dejetos que produz. Este argumento é vital, uma vez que transcende o aspecto específico da gestão dos resíduos sólidos e abre um vasto campo de aprofundamento em torno dos meios e fins para atingir-se algum grau de sustentabilidade sócio-ambiental. Outros temas urbanos que, por excelência, estão relacionados com o da sustentabilidade, são as opções de transporte, o planejamento e uso do solo e o acesso aos serviços de saneamento e infra-estrutura básica, todos eles vinculados à potencialização de riscos ambientais.

As mudanças possíveis na esfera dos resíduos sólidos precisam cada vez mais serem pensadas dentro de uma ótica que minimize o impacto ambiental dos resíduos

sólidos; apesar de o tema estar bastante presente na agenda internacional, sua repercussão na agenda nacional está sendo essencialmente retórica. A inclusão do problema dentro da esfera da sustentabilidade ambiental implica uma transformação paradigmática, constituindo-se num elemento complementar para atingir-se um desenvolvimento compatível com a busca de equidade.

2.2. Os Resíduos Sólidos

Segundo a Fundação Instituto de Pesquisa e Informação do Ceará- IPLANCE(2000), os resíduos sólidos são sobras das atividades humanas, em estados sólidos ou semi-sólidos, como: restos de comida, papéis velhos, pedaços de metais, plásticos, garrafas, roupas imprestáveis, restos de hospitais, de feiras livres, restos de indústrias, além dos resíduos gerados nas atividades do comércio, serviços, agropecuária e da construção civil.

Os resíduos sólidos são também classificados de acordo com a origem em: domiciliar, comercial, de varrição e de feiras livres, serviços de saúde e hospitalares, industriais, agrícolas e entulhos.

Os resíduos sólidos domiciliares(RSD) são constituídos em geral por sobras de alimentos, embalagens, papéis, papelões, plásticos, vidros, etc. Geralmente são divididos em duas categorias:

- Úmidos: restos de comida, cascas de frutas ou vegetais, folhas secas;
- Secos: papéis, papelões, plásticos, vidros, embalagens em geral.

O ser humano é um grande produtor de resíduos. A praticidade da vida moderna provoca a insensatez do uso indiscriminado dos recursos naturais. Materiais que a natureza leva centenas ou milhares de anos para produzir, são transformados em produtos que são utilizados por pouco tempo e depois são descartados, indo parar em praias, parques, ruas ou lixões, áreas onde os materiais são jogados sobre o solo sem passar por nenhum tipo de tratamento. Lá permanecem por décadas ou mesmo séculos até se decomporem.

Alcançou-se um grande avanço tecnológico nesses últimos tempos. Com isso, a cada nova descoberta, uma outra fica obsoleta quase antes de ser lançada no mercado e, a maioria, muito antes que algumas camadas da população possam ter acesso às mesmas. É óbvio que cresce sem precedentes a quantidade de refugos humanos. Diariamente são lançados na atmosfera terrestre toneladas de resíduos, mas o homem ignora o seu potencial

e nem consegue imaginar as diversas possibilidades de uso e, portanto, de um maior aproveitamento dos recursos energéticos disponíveis nos mesmos (CASTELO, 2000).

Segundo BLAUTH(2000), com o advento das embalagens descartáveis, como garrafas de refrigerante feitas com PET ou cervejas one-way, o consumo desse tipo de material passou a ser associado à praticidade e à higiene. Entretanto, países como a Inglaterra e a Dinamarca, além de outros ao Norte da Europa, voltam a adotar os recipientes retornáveis. No Brasil as embalagens retornáveis desapareceram das prateleiras dos supermercados. Os plásticos em geral ficam muito tempo estocados na reciclagem. Isso se deve principalmente à dificuldade na separação dos diversos tipos de plástico, o que dificulta que uma garrafa seja reciclada e se torne novamente uma garrafa. A produção de novas garrafas continua dependendo da exploração de matéria-prima virgem.

Os objetos de refugo do homem estão crescendo consideravelmente. A cada dia, propostas de reutilização dos resíduos urbanos, principalmente de aterros sanitários, áreas tecnicamente planejadas para disposição de resíduos sólidos, estão se destacando e ganhando adesão no ramo da pesquisa científica. Alguns estudiosos estão empenhados no monitoramento das condições em que se processam sua degradação e análise de métodos que otimizem os sistemas de tratamento, procurando soluções satisfatórias tanto do lado sócio-econômico como do ponto de vista sanitário (SCHALCH, 1995).

Os resíduos tem uma íntima ligação com a qualidade ambiental. O tratamento e a destinação inadequados dos resíduos pode comprometer o meio ambiente, além de ocasionar inconvenientes que variam desde a procriação de vetores de doenças(moscas, baratas e roedores), com riscos de epidemias, até a combustão a partir da degradação das matérias orgânicas do lixo, a percolação do chorume, exalação de gases tóxicos e perigosos. O chorume contamina o solo e os recursos hídricos pelos compostos orgânicos e íons metálicos, pode infiltrar-se pelo subsolo e perdurar por décadas no local. Alguns metais são cumulativos e não se destroem, afetando o sistema nervoso e rins dos homens e animais.

Os riscos à saúde pública e os danos ambientais dos resíduos são incontestes, e prevalecem junto às famílias, vítimas da exclusão social, que vivem da catação. Observa-se que as crianças são as mais afetadas, pois passam a apresentar algumas deformidades físicas, tais como baixa estatura e peso, erupções na pele, agravos na voz. Existem locais com famílias de catadores de terceira geração e neles observa-se crianças desde os primeiros dias após o nascimento (IPLANCE, 2000).

De acordo com GLAUCO(2000), não se pode procurar resolver, ou pelo menos melhorar, as condições de saúde dos habitantes de uma cidade, sem que se resolva, em primeiro lugar, os problemas de infra-estrutura sanitária, ou seja, que se resolvam os problemas da coleta, do transporte e disposição final do resíduos e do esgotamento sanitário.

Minorar os danos ambientais provocados pelo mau acondicionamento dos resíduos é uma necessidade. Por isso, alguns trabalhos estão sendo desenvolvidos com a intenção de investir na educação da população em relação ao manuseio adequado dos seus resíduos, visando à economia dos recursos materiais e energéticos disponíveis nos mesmos e à geração de emprego e renda.

Um grande problema para os administradores das cidades, particularmente, das metrópoles, é o que fazer com os resíduos urbanos. No caso de Fortaleza, parte dos resíduos coletados pelo sistema de limpeza municipal são enviados para a cooperativa de catadores do Jangurussu, onde são separados os materiais passíveis de reutilização, e os rejeitos são enviados para um aterro estadual, localizado no município vizinho, Caucaia. A outra parte coletada na cidade é enviada diretamente para o aterro, sem passar por nenhuma seleção.

De acordo com MOTA(1997), a gestão dos resíduos de uma cidade deve ter como um dos seus objetivos reduzir a geração dos mesmos e a quantidade de materiais a serem destinados para o sistema de disposição final.

Os princípios básicos para a minimização do lixo produzido nos meios urbanos são a redução, a reutilização e a reciclagem(3R's). Esses princípios começaram a ser difundidos no Brasil após a conferência mundial sobre meio ambiente realizada pela ONU no Rio de Janeiro, em 1992. Ao contrário do que pode parecer, a mera utilização de materiais recicláveis não é uma atitude ecológica - uma embalagem de biscoitos, por exemplo, só é realmente reciclável se for encaminhada para a coleta seletiva e se houver tecnologia disponível para fazer o processamento. Por isso, a solução para os resíduos sólidos urbanos(RSU) passa pelo princípio dos três R's: reduzir o consumo e o desperdício, reutilizar os materiais e, por fim, reciclar.

Vários benefícios resultam dos 3R's:

- Conscientização da comunidade sobre a não renovação dos recursos naturais e da necessidade de proteção do meio ambiente;

- Menor exploração de recursos naturais e economia na importação da matéria prima;
- Geração de emprego e renda;
- Criação e/ou adaptação de tecnologia;
- Menor consumo de energia e de água nos processos de fabricação;
- Custos de produção de materiais mais baixos nas indústrias de transformação;
- Diminuição da poluição do ar e das águas;
- Redução da quantidade de resíduos destinados aos aterros sanitários, resultando no aumento de sua vida útil;
- Menor ocorrência de problemas ambientais decorrentes da destinação dos resíduos.

A gestão de resíduos deve ser feita observando as prioridades indicadas na FIGURA 1.

**PRIORIDADES EM ORDEM DECRESCENTE,
PARA A GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS**

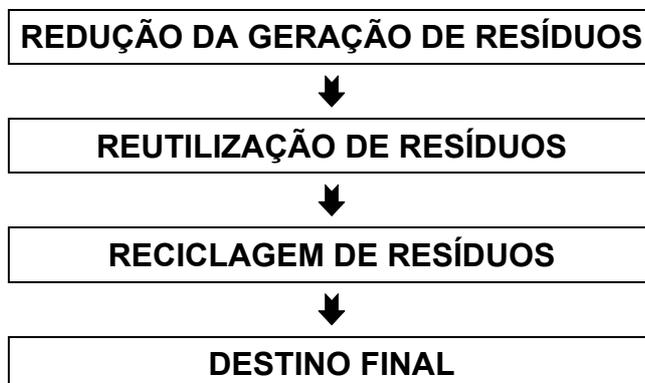


FIGURA 1: Sequência de prioridades na gestão dos resíduos sólidos

Fonte: MOTA(1997)

Conforme ilustrado na FIGURA 1, antes de se dar uma destinação final aos resíduos sólidos urbanos, devem ser adotadas medidas, pela população e pelo poder público, que visem a redução da geração dos resíduos, a implementação de iniciativas que reutilizem e reciclem os materiais descartados diariamente.

Segundo SCHALCH(1995), os resíduos urbanos que são constituídos de uma variedade de elementos, como por exemplo, matérias orgânicas(60%), papéis, papelões,

plásticos, borrachas, têxteis, vidros, metais e pilhas. Após descartados, é geralmente formada uma massa complexa e heterogênea, cuja coleta e destinação final inadequada vêm se constituindo em grande transtorno para os técnicos e as administrações públicas.

Os maiores problemas de limpeza de uma cidade estão relacionados com os resíduos sólidos domiciliares. A responsabilidade do acondicionamento e embalagem é doméstica e a de coleta e deposição é do poder local - das prefeituras municipais (RODRIGUES, 1998).

Ao observar os resíduos produzidos diariamente nas casas, produto das necessidades básicas e também dos anseios supérfluos de seus moradores, e somar aos produzidos pelos vizinhos, conterrâneos e a humanidade em geral, será difícil dimensionar o espaço necessário ao acúmulo do mesmo. Segundo um cálculo do IBGE(1991), cada morador na área urbana produz, em média, 220 kg de resíduos domiciliar por ano. Se a isso acrescentarmos os resíduos produzido pelas fábricas, escritórios, hospitais, escolas, restaurantes, etc, vamos chegar a 500kg por pessoa.

A destinação desses resíduos é bastante onerosa, e no caso de São Paulo, como explicita OGATA(1983), “isso evidentemente, envolve uma gama enorme de equipamentos, mão de obra especializada e não especializada, consumindo grandes divisas do poder público”.

Para um melhor entendimento, será definido cada família de materiais: papéis, vidros, metais e resíduos orgânicos. A família dos plásticos será trabalhada no item 2.2.5 que trata exclusivamente dos Resíduos Plásticos.

2.2.1. Os Papéis

Os registros pré-históricos de desenhos e sinais nas pedras e cavernas foram o início de uma história contínua que retrata a cultura e os hábitos de cada sociedade. Na Antiguidade, o povo egípcio desenvolveu uma forma de utilizar o junco (papiro), ensopando-o com água e sovando até obter uma forma de pergaminho, com espessura semelhante a um tecido. Os árabes assimilaram a técnica e a espalharam na Península Ibérica, quando a conquistaram. Os demais países europeus só conheceram por volta dos séculos XIII e XIV. Mas o papel, tal como o conhecemos hoje, teve origem na China, misturando cascas de árvores e trapos de tecidos. Depois de molhados, eram batidos até formarem uma pasta. Esta pasta, depositada em peneiras para escorrer a água, depois de

seca tornava-se uma folha de papel. Ainda hoje os trapos de algodão e linho são utilizados por alguns países na fabricação de papéis resistentes, como o papel-moeda. (RECICLOTECA, 2001).

Graças ao trabalho de copiar manuscritos, na Idade Média, em formas artesanais de papel, foi possível conservar os mais importantes registros da história da humanidade até então. Com a invenção da imprensa, permitindo a impressão por linotipos em papel, a disseminação da informação passou a ser muito mais veloz e acessível a todos, e a Revolução Industrial impulsionou ainda mais essas mudanças. Hoje o papel é um dos produtos mais utilizado e corriqueiro (CEMPRE, 2000).

A reciclagem de papel é antiga. Ao longo dos anos, o material mostrou ser fonte acessível de matéria-prima limpa. Com a conscientização ambiental, para a redução da quantidade de lixo despejado em aterros e lixões a céu aberto, os sistemas de reciclagem de papel evoluíram. As campanhas de coleta seletiva se multiplicaram e aumentou a ação dos catadores nas ruas, que têm no papel usado uma fonte de sustento (CEMPRE, 2000).

O papel é formado por milhões de fibras, basicamente celulósicas, que podem ser observadas ao rasgar uma folha de papel e observa-se a borda. Existem vários tipos de papel, que podem variar em peso, espessura, cor, tipo de fibras, etc. Mas é sua estrutura porosa, semelhante a algumas rochas, como a pedra pome, que lhe dá características especiais, diferenciando-o dos tecidos de algodão (RECICLOTECA, 2001).

Dentre os papéis não passíveis de reciclagem destacam-se, os contaminados com gorduras, graxas, resinas sintéticas, revestidos com filmes plásticos ou metálicos, silicone, sanitários usados como guardanapos, toalhas e lenços de papel, papel vegetal e carbono.

Dentre os papéis passíveis de reciclagem destacam-se, os listados na TABELA 1, que apresenta ainda suas aplicações. Apara é o nome genérico dado aos resíduos de papel, sejam industriais ou domésticos.

TABELA 1: Tipos e aplicações do papéis recicláveis

Tipos	Aplicações
Tipografia	Aparas de gráficas e tipografias
Cartões perfurados	Cartões para computação de dados
Cartolina	Cartão e cartolina;
Branco	Papéis brancos de escritório, manuscritos, impressos, cadernos usados sem capas;
Jornais	Jornais;
Revistas	Revistas;
Misto	Papéis usados mistos de escritórios, gráficas, lojas comerciais, residências;
Kraft	Sacos de papel para cimento, sacos de papel de pão;
Ondulado	Caixa de papelão ondulado;
Embalagem Cartonada	Caixas de leite, maionese, catchup, etc;

Fonte: RECICLOTECA(2001)

Conforme a TABELA 1, podem ser encontrados vários tipos de papéis, dependendo da aplicação a ser dada, variam a fibra, espessura, cor, impressão, etc. A família dos papéis pode ser dividida em três categorias básicas: papel de escritório, papel ondulado e embalagem cartonada.

Papel de Escritório

Papel de escritório é o nome genérico dado a uma variedade de produtos usados em escritórios, incluindo papéis de carta, blocos de anotações, copiadora, impressora, revistas, folhetos e jornais. A qualidade dos papéis pode ser medida pelas características de suas fibras. Papéis de carta e copiadora são normalmente brancos, mas podem ter várias cores. A maioria dos papéis de escritório é fabricada a partir de processos químicos que tratam a polpa da celulose, retirada das árvores. Entretanto, o papel jornal é feito com menos celulose e mais fibras de madeira, obtidas na primeira etapa da fabricação do papel, e por isso são de menor qualidade. No Brasil, a Associação Nacional dos Aparistas de Papel classifica pelo menos 22 categorias de aparas. As aparas mais nobres são as brancas de primeira, que não têm impressão ou qualquer tipo de revestimento (CEMPRE, 2000).

O processo de reciclagem do papel consiste na reutilização da fibra celulósica para a produção de novos papéis. O processo é iniciado separando o papel do lixo e vendendo para sucateiros que enviam o material para depósitos. Ali, o papel é enfardado em prensas e depois encaminhado aos aparistas, que classificam as aparas e revendem para as fábricas de papel como matéria-prima. Ao chegar à fábrica, o papel entra em uma espécie de grande liquidificador, chamado Hidrapulper, que tem a forma de um tanque cilíndrico e um rotor giratório ao fundo. O equipamento desagrega o papel, misturado com água, formando uma pasta de celulose. Uma peneira abaixo do rotor deixa passar impurezas, como fibras, pedaços de papel não desagregado, arames e plástico. Em seguida, são aplicados compostos químicos - água e soda cáustica - para retirar tintas. Uma depuração mais fina, feita normalmente pelo equipamento Centre-cleaners, separa as areias existentes na pasta. Finalmente, a pasta é branqueada com compostos alvejantes à base de cloro ou peróxido, seguindo para as máquinas de fabricar papel (IPT/CEMPRE, 1995).

Papel Ondulado

O papel ondulado, também conhecido como corrugado, é usado basicamente em caixas para transporte de produtos para fábricas, depósitos, escritórios e residências. Normalmente chamado de papelão, embora o termo não seja tecnicamente correto, este material tem uma camada intermediária de papel entre suas partes exteriores, disposta em ondulações, na forma de uma sanfona (CEMPRE, 2000).

O Brasil tem reciclado cerca de 1,6 milhão de toneladas de papel ondulado por ano. Em São Paulo, o papel e o papelão - incluindo o papel ondulado - corresponde a 18,8% dos resíduos coletados. Nos Estados Unidos, em 1997, o papel ondulado constituiu 12,2% do peso dos resíduos urbanos antes da reciclagem, totalizando 23,9 milhões de toneladas. No mercado americano, as caixas onduladas têm 21% de sua composição proveniente de papel reciclado. Muitas caixas têm coloração marrom em suas camadas. Algumas, contudo, usam uma camada branca, conhecida como mottled white, composta por papel branco de escritório reciclado (CEMPRE, 2000).

Na medida em que o interesse pela reciclagem aumentou, cresceu também a quantidade de caixas feitas com material reciclado - uma tonelada de aparas pode evitar o corte de 10 a 12 árvores provenientes de plantações comerciais reflorestadas. A fabricação de papel com uso de aparas gasta 10 a 50 vezes menos água que no processo tradicional

que usa celulose virgem, além de reduzir o consumo de energia pela metade (IPT/CEMPRE, 1995).

Embalagem Cartonada(Longa Vida)

As embalagens cartonadas começaram a ser produzidas, inclusive no Brasil, no início dos anos 70, auxiliando que alimentos líquidos como leite e sucos, semilíquidos como molhos de tomate e viscosos como maionese chegassem aos consumidores sem necessidade de refrigeração ou conservantes com maior prazo de validade. É composta de várias camadas de material - papel duplex (75%), polietileno de baixa densidade (20%) e alumínio (5%). Assim é criada uma barreira que impede a entrada de luz, ar, água e microorganismos nos alimentos e bebidas que envolve. A embalagem de 1 litro pesa cerca de 28g (TETRA PAK, 2001).

Em 1999, o Brasil consumiu cerca de 5,2 bilhões de embalagens cartonadas. A taxa de reciclagem no país foi de 10%, totalizando 14 mil ton. O seu volume representa menos de 1% de todo o resíduo doméstico brasileiro. É previsto o aumento da reciclagem dessas embalagens nos próximos anos devido, principalmente a expansão dos programas de coleta seletiva e o desenvolvimento de novos processos tecnológicos. Nos EUA, o material compõe 0,3% dos resíduos e a taxa de reciclagem deste material é 25% e na Europa 23% (CEMPRE, 2000).

As embalagens cartonadas precisam ser lavadas após o consumo porque os restos de alimentos contidos nelas dificultam o reprocessamento do material. Cada tonelada de embalagem cartonada reciclada gera, aproximadamente, 650 quilos de papel kraft, economizando o corte de cerca de 20 árvores cultivadas em áreas de reflorestamento comercial (CEMPRE, 2000).

2.2.2. Os Vidros

O vidro foi descoberto ocasionalmente por volta de 4 mil anos por navegadores fenícios, ao fazerem uma fogueira na praia: com o calor, a areia, o salitre e o calcário das conchas reagiram, formando o vidro. A indústria vidreira se desenvolveu rapidamente, mas a coleta seletiva só começou na década de 60 nos EUA, que hoje já conta com 6 mil pontos de coleta de embalagens de vidro (CEMPRE, 2000).

Segundo o CEMPRE(2000), a primeira iniciativa organizada surgiu em 1986, em São José do Rio Preto, interior de São Paulo. Naquele ano, a Associação Técnica Brasileira das Indústrias Automáticas de Vidro (ABIVIDRO) lançou um programa nacional de coleta que atualmente envolve 7 milhões de pessoas em 25 cidades.

As embalagens de vidro são usadas para bebidas, produtos comestíveis, medicamentos, perfumes, cosméticos e outros artigos. Garrafas, potes e frascos superam a metade da produção de vidro do Brasil. Usando em sua formulação areia, calcário, barrilha e feldspato, o vidro é durável, inerte e tem alta taxa de reaproveitamento nas residências. A metade dos recipientes de vidro fabricados no país é retornável. Além disso, o material é de fácil reciclagem, pode voltar à produção de novas embalagens, substituindo totalmente o produto virgem sem perda de qualidade. A inclusão de caco de vidro no processo normal de fabricação de vidro reduz o gasto com energia. Para cada 10% de caco de vidro na mistura economiza-se cerca de 2,5% da energia necessária para a fusão nos fornos industriais. O Brasil produz em média 890 mil toneladas de embalagens de vidro por ano, usando cerca de um quarto de matéria-prima reciclada na forma de cacos. Parte deles foi gerado como refugo nas fábricas e parte retornou por meio da coleta. Os Estados Unidos produziram 10,3 milhões de toneladas em 1999 sendo o segundo material em massa mais reciclado, perdendo apenas para os jornais (ABIVIDRO, 2003).

Tipos de Vidro

Os vidros podem variar de acordo com a composição, processamento e utilidade, com isso influenciando no processo de reciclagem.

Existem muitos tipos de vidros que apesar de partirem da mesma base, possuem composições diferentes, de acordo com a finalidade a que se destinam, conforme a TABELA 2.

TABELA 2: Tipos e aplicações dos vidros

Tipos	Aplicações
Recicláveis	
Vidros para embalagens	Garrafas, potes, frascos e outros vasilhames fabricados em vidro comum nas cores branca, âmbar e verde;
Vidros domésticos	Tigelas, travessas, copos, pratos, panelas e produtos domésticos fabricados em diversos tipos de vidro;
Não Recicláveis	
Vidros planos	Vidros planos lisos, vidros cristais, vidros impressos, temperados, laminados, aramados e coloridos fabricados em vidro comum;
Fibras de vidro	Mantas, tecidos, fios e outros produtos para aplicações de reforço ou de isolamento;
Vidros técnicos	Lâmpadas incandescentes ou fluorescentes, tubos de TV, vidros para laboratório, para ampolas, para garrafas térmicas, vidros oftálmicos e isoladores elétricos.

Fonte: RECICLOTECA(2001)

Em relação aos vidros existentes no mercado, a TABELA 2 apresenta entre os não passíveis de reciclagem, os vidros planos, as fibras de vidro e os vidros técnicos. Dentre os passíveis de reciclagem encontram-se, os utilizados em embalagens em geral e vasilhames de utilidade doméstica.

2.2.3. Os Metais

Os metais são encontrados em diversos lugares: na cozinha - panelas, talheres, grades; no escritório – móveis e aparelhos; nos automóveis e até no dinheiro. Eles são sólidos e opacos, não deixam passar luz e conduzem bem a eletricidade e o calor, possuindo um brilho especial chamado de metálico. Quando aquecidos tornam-se maleáveis, podendo serem moldados em várias formas, desde fios até chapas e barras. Os metais podem ser encontrados misturados no solo e nas rochas na forma de óxidos, sendo chamados de minérios.

A reciclagem dos metais é muito antiga, sendo que no Brasil ela chegou com os imigrantes europeus. Uma das mais importantes vantagens da reciclagem dos metais é a economia de energia, quando se compara sua produção desde a extração do minério até

beneficiamento. Sua reciclagem ocorre em diferentes unidades industriais dependendo do tipo (RECICLOTECA, 2001).

Tipos de Metais

Existem muitos tipos de metais, dentre eles existem alguns bem diferentes, como o mercúrio, o único líquido à temperatura ambiente. Os mais conhecidos e utilizados há muitos anos são o ferro, aço, cobre, estanho, chumbo, ouro e a prata.

Os metais podem ser separados em dois grupos: os ferrosos e os não-ferrosos, como demonstrado na TABELA 3.

TABELA 3: Aplicações dos diferentes tipos de metais

Tipos	Aplicações
Ferrosos	
Ferro	Utensílios domésticos, ferramentas, peças de automóveis e estruturas de edifícios;
Aço	Automóveis, ferramentas, vigas para construção civil, arames, vergalhões, utensílios domésticos, latas de alimentos e bebidas;
Não-Ferrosos	
Cobre	Fios, cabos telefônicos, enrolamentos elétricos e encanamentos;
Latão	Objetos de artes e adornos, instrumentos musicais, móveis, utensílios domésticos, fechaduras, parafusos.
Bronze	Medalhas, estátuas, monumentos, sinos de igrejas;
Alumínio	Latas de bebidas, esquadrias, painéis, componentes de um avião;
Magnésio	Rodas de liga leve para automóveis, ligas de alumínio(Duralumínio);
Chumbo	Baterias de carros, lacres, revestimentos de condutores elétricos, aferição das balanças, balanceamento de rodas de automóveis;
Estanho	Folhas de flandres, bisnagas farmacêuticas, espelho, bronze;
Zinco	Telhados(Chapas Galvanizadas), Baterias, latão;

Fonte: adaptado de RECICLOTECA(2001)

Os metais possuem diversas aplicações, conforme apresentado na TABELA 3. Podem ser encontrados em utensílios domésticos, por exemplo, talheres, pratos, painéis, etc, até na fabricação de aparelhos de alta tecnologia, como em aviões.

a) Os Ferrosos

Desde sua descoberta, os metais ferrosos tornaram-se de grande importância na construção mecânica, destacando-se o ferro e o aço.

Ferro

O nome ferro deriva do latim ferrum. Segundo YOSHIDA(1985), desde tempos pré-históricos que os utensílios de ferro são utilizados. Alguns foram descobertos em explorações arqueológicas na pirâmide de Gizé, no Egito, que têm provavelmente 5.000 anos de idade; na China julga-se que a utilização do aço remonta a 2.550 a.C.. Também é indicado pelos poetas védicos que os seus antepassados pré-históricos possuíam o ferro, e que os seus artesãos já tinham adquirido técnica considerável na transformação de ferro em utensílios.

As aplicações do ferro, bem como as das suas ligas, na construção metálica de todos os tipos, são muito conhecidas. É utilizado em bicicletas, carros, pontes, máquinas, ferramentas, parafusos, seja isolado ou em forma de ligas, onde a mais conhecida é o aço. Também é utilizado como catalisador na produção de vários produtos químicos. Os compostos de ferro têm aplicações muito diversas. Assim, o sulfato ferroso usa-se em tinturaria e como fungicida, o oxalato ferroso em reveladores fotográficos; a limonite e a hematite como pigmentos, adsorventes e abrasivos; e a magnetite na fabricação de eléctrodos industriais; o nitrato e o cloreto de ferro usam-se como mordentes, como hemostáticos e como reagentes industriais, sobretudo na indústria dos corantes; o azul-da-prússia e o azul-de-turnbull usam-se no fabrico de tintas de escrever e outras. Os carbonilos e nitrosilo de ferro, bem como o ferroceno, têm encontrado frequente aplicação como catalisadores de muitas reações (YOSHIDA, 1985).

Aço

O aço é a denominação dada para liga Ferro-Carbono, que possui em sua composição um percentual máximo de 2,11% de Carbono, acima desse percentual a liga é considerada Ferro Fundido ou simplesmente Ferro.

Na antigüidade, os soldados romanos recolhiam as espadas, facas e escudos abandonados nas trincheiras e os encaminhavam para a fabricação de novas armas. Conta-se que a lata teria sido inventada a pedido de Napoleão Bonaparte, para que seus soldados pudessem levar alimentos para as guerras, sem problemas de conservação. Nos Estados

Unidos, os esforços pela coleta seletiva das latinhas começaram na década de 70, com o advento dos programas de reciclagem. No Brasil, foi criado em 1992 o Programa de Valorização da Embalagem Metálica (Prolata), com o objetivo de estimular o consumo, coleta e reciclagem desse material (CEMPRE, 2000).

As latas de aço, produzidas com chapas metálicas conhecidas como folhas de flandres, tem como principais características a resistência, inviolabilidade e opacidade. São compostas por ferro e uma pequena parte de estanho (0,20%) ou cromo (0,007%) - materiais que protegem contra a oxidação e evitam por mais de dois anos a decomposição de alimentos. Quando reciclado, o aço volta ao mercado em forma de automóveis, ferramentas, vigas para construção civil, arames, vergalhões, utensílios domésticos e outros produtos, inclusive novas latas. O principal mercado associado à reciclagem de aço é formado pelas aciarias, que derretem a sucata, transformando-a em produtos ou novas chapas de aço. O incremento da coleta seletiva desse material estimulará o aumento da demanda de empregos e equipamentos de separação, como eletroímãs (CEMPRE, 2000).

Cerca de 35% das latas de aço consumidas no Brasil são recicladas, o que equivale a cerca de 250 mil toneladas por ano. Se o país reciclasse todas as latas de aço que consome atualmente, seria possível evitar a retirada de 900 mil toneladas de minério de ferro por ano, prolongando a vida útil de nossas reservas minerais. Além disso, deixaria de ocupar 8,6 milhões de metros cúbicos em aterros todos os anos e proporcionaria economia de 240 milhões de Kwh de energia elétrica - equivalente ao consumo de quatro bilhões de lâmpadas de 60 Watts. Somente na cidade de São Paulo são jogadas diariamente no lixo 360 toneladas de latas de aço usadas (CEMPRE, 2000).

b) Os Não-Ferrosos

De acordo com YOSHIDA(1985), os metais não-ferrosos são encontrados na natureza com maior dificuldade do que os metais ferrosos, como o ferro. A extração dos não-ferrosos é bastante difícil e exige equipamentos caríssimos e complicados. Por isso é que os metais não-ferrosos são empregados somente quando não é possível substituí-los, por outros metais ferrosos como o ferro, aços e os materiais fundidos, porque estes são de menor custo, ou então, por materiais não metálicos.

Nas construções mecânicas atuais os metais não-ferrosos e suas ligas encontram uma grande aplicação em alguns ramos, como por exemplo, as construções de aviões, na eletrônica, na eletrotécnica, na construção naval, em automóveis, etc.

Os metais não-ferrosos podem ser divididos em dois tipos em função da densidade: metais leves (peso específico $< 5 \text{ g/cm}^3$) e metais pesados (peso específico $> 5 \text{ g/cm}^3$), conforme apresentado na TABELA 4.

TABELA 4: Classificação dos metais não-ferrosos por densidade

Metais Não-Ferrosos	Peso Específico (g/cm^3)	Classificação
Alumínio	2,7	Leve
Magnésio	1,74	Leve
Cobre	8,92	Pesado
Chumbo	11,3	Pesado
Estanho	7,3	Pesado
Zinco	7,14	Pesado
Latão	8,4 a 8,7	Pesado
Bronze	8,3 a 8,9	Pesado

Fonte: YOSHIDA(1985)

Dentre os metais não-ferrosos apresentados na TABELA 4, verifica-se que o magnésio é o mais leve, enquanto o chumbo apresenta o maior peso específico, $11,3 \text{ g/cm}^3$. O latão é uma liga de cobre e zinco, a sua densidade varia de acordo com a quantidade de zinco adicionada na liga. Já o bronze é uma liga composta de cobre e estanho, cuja densidade depende da quantidade de estanho adicionada.

Cobre

O cobre, pelo seu significado na indústria mecânica, é o material técnico mais valioso. O cobre é um metal que no estado puro tem uma cor roxa, por isso é chamado cobre roxo. Quanto mais puro é o cobre mais rosada é a sua cor e mais finos são os grãos da sua estrutura.

A temperatura de fusão do cobre é de 1.083°C , e o seu peso específico é de $8,92 \text{ g/cm}^3$. É um bom condutor de eletricidade e de calor, por isso que é bastante empregado na fabricação de cabos, condutores e peças de equipamentos elétricos. Pelas propriedades anti-corrosivas de suas ligas, principalmente o latão e o bronze, encontra-se também emprego na fabricação de peças para a indústria química e construção naval (YOSHIDA, 1985).

Alumínio

Segundo YOSHIDA(1985), o alumínio é o elemento metálico mais abundante na crosta terrestre (8,13%). O alumínio é um dos metais leves, sua cor é branca, pouco azulada. Seu peso específico é de $2,7 \text{ g/cm}^3$ e a sua temperatura de fusão é de 658°C .

As latas de alumínio surgiram no mercado norte-americano em 1963. Mas os programas de reciclagem começaram em 1968, nos Estados Unidos, fazendo retornar à produção meia tonelada de alumínio por ano. Quinze anos depois, esse mesmo volume era reciclado por dia. Os avanços tecnológicos ajudaram a desenvolver o mercado: há 25 anos, com um quilo de alumínio reciclado era possível fazer 42 latas de 350 ml. Com a diminuição contínua da quantidade de material utilizado, a indústria passou a produzir 62 latas com a mesma quantidade de material, aumentando a produtividade em 47%. Atualmente, um kilo equivale a 67 latinhas. (CEMPRE, 2000).

De acordo com CEMPRE(2000), a lata de alumínio corresponde a menos de 1% dos resíduos urbanos brasileiros. Cada brasileiro consome em média 25 latinhas por ano, volume bem inferior ao norte-americano, que é de 375. Além de reduzir a quantidade de resíduos que vai para os aterros, a reciclagem desse material proporciona significativo ganho energético. Para reciclar uma tonelada de latas gasta-se 5% da energia necessária para produzir a mesma quantidade de alumínio pelo processo primário. Isso significa que cada latinha reciclada economiza energia elétrica equivalente ao consumo de um aparelho de TV durante três horas. A reciclagem evita a extração da bauxita, pois para produção de cada tonelada do metal exige cinco de minério.

No Brasil, há muito tempo as latas vazias são misturadas com outras sucatas de alumínio e fundidas para a produção, por exemplo, de painéis e outros utensílios domésticos. Em 1991, uma empresa lançou o primeiro programa brasileiro de reciclagem desse material. Em cinco anos, foram coletadas mais de 22 mil toneladas (460 toneladas mensais, em média) com a participação de 1,2 milhão de pessoas, contribuindo para o total reciclado de 2,5 bilhões de latas por ano. Em 1998, o índice chegou a 65%. O Brasil reciclou, em 1999, cerca de 5,8 bilhões de latas de alumínio, que representa 87 mil toneladas. O material é recolhido e armazenado por uma rede de aproximadamente 2 mil sucateiros, responsáveis por 50% do suprimento de sucata de alumínio à indústria. Outra parte é recolhida por supermercados, escolas, empresas e entidades filantrópicas. Cerca de 73% da produção nacional de latas é reciclada (IPT/CEMPRE, 1995).

2.2.4. Os Orgânicos

Os resíduos orgânicos são basicamente restos de comida, cascas de frutas e legumes, podas de árvores, folhas secas, pó de café, etc. Podem ser originados das residências, feiras livres e restaurantes. Como resultado do processo de degradação dos resíduos orgânicos, é gerado o chorume, que possui um grande potencial de contaminação se não for tratado corretamente.

Segundo PENIDO(2001), a reciclagem dos resíduos orgânicos com o objetivo de transformá-los em adubo para as plantas é muito antiga. Já no ano 43 da era Cristã, o filósofo Virgílio relatava em seu livro *As Geórgicas*, como restos de culturas e esterco animais amontoados se transformavam em material para ser aplicado nas terras de cultura e aumentar as colheitas. Na China e na Índia, é uma prática agro-sanitária milenar.

No Brasil, estima-se que esses componentes orgânicos somam cerca de 65% do peso do lixo coletado. Nos Estados Unidos representa 21% , Índia 68% e Inglaterra 28%. Aproximadamente 1,5% do resíduo sólido orgânico urbano gerado no Brasil é reciclado em instalações apropriadas. (CEMPRE, 2000).

Existem várias maneiras de se promover a redução do desperdício, com a diminuição da geração de resíduos orgânicos, seja em restaurantes, indústrias ou mesmo domicílios. Em todos os casos vale a criatividade e o esforço em educar.

2.2.5. Os Plásticos

O surgimento dos materiais poliméricos, classe que inclui os plásticos, ocorreu em 1862, quando Alexander Parker obteve um material celulósico, a partir do tratamento de resíduos de algodão com ácido nítrico e ácido sulfúrico, em presença de óleo de rícino. O material obtido, chamado de parkesina, não teve sucesso comercial devido ao seu elevado custo de produção. Entretanto, em 1868, John W. Hyatt aprimorou o produto desenvolvido por Parker, substituindo o óleo de rícino pela cânfora, conseguindo um produto economicamente viável, o celulóide. A partir deste composto se obteve o primeiro material sintético, as bolas de bilhar. O celulóide foi usado por muito tempo na fabricação de pentes, cabos de talheres, bonecas, dentaduras, armações de óculos, bolas de pingue-pongue e filmes fotográficos. Seu emprego caiu em desuso, com o aparecimento de outros materiais poliméricos (POLITENO, 2002).

A palavra "plástico" deriva do adjetivo grego "plastikos" que significa "moldáveis". Esta é uma característica essencial destes materiais que, embora na sua fase final se apresentem sólidos, passam, no decorrer do seu processo de fabricação, por uma fase fluida em que é possível moldá-los.

O plástico vem das resinas derivadas do petróleo e que pode ser moldado de várias formas, sem se quebrar. Os plásticos são materiais constituídos por longas cadeias de moléculas chamadas "polímeros". Os polímeros podem ser divididos em 3 grandes grupos, de acordo com a sua proveniência (PLASTVAL, 2002):

- **polímeros naturais:** (ex: proteínas);
- **polímeros semi-sintéticos:** produzidos à base de materiais naturais quimicamente alterados (ex: celulóide, seda artificial);
- **polímeros sintéticos:** obtidos através de processos químicos a partir de moléculas simples (ex: polietileno, polipropileno, poliéster, poliuretano, entre outros).

Rapidamente, o plástico tornou-se um dos maiores fenômenos da era industrial, garantindo mais durabilidade e leveza.. O plástico é altamente combustível, e de difícil degradação. Estuda-se sua gradativa substituição por plásticos biodegradáveis e fotodegradáveis (que se degradam pela ação da luz), visando alcançar uma diminuição no tempo de degradação desses materiais, no meio ambiente (CEMPRE, 2000).

O plástico é um material extremamente econômico, pois consome poucos recursos. Cerca de 4% do petróleo consumido no mundo ocidental se destina à produção de plásticos, originados a partir do nafta, um subproduto da destilação do petróleo para a obtenção de derivados mais interessantes comercialmente, como a gasolina e o diesel (SIRESP, 1998).

Com o desenvolvimento dos processos de fabricação, a produção de plástico consome hoje menos 40% a 70% de energia do que há 20 anos. Simultaneamente, o plástico está presente nas mais variadas atividades econômicas: construção civil, eletrônica, indústria automotiva e transportes, agricultura, medicina, indústria da embalagem. Observando o ambiente, nota-se que grande parte dos utensílios - dos óculos à solado de sapato, do móvel de cozinha ao painel do automóvel – podem ser feitos deste material, constituindo hoje uma das mais importantes matérias-primas disponíveis (RECICLOTECA, 2001).

Na FIGURA 2, é demonstrado etapas percorridas desde o petróleo bruto até a produção dos produtos plásticos.

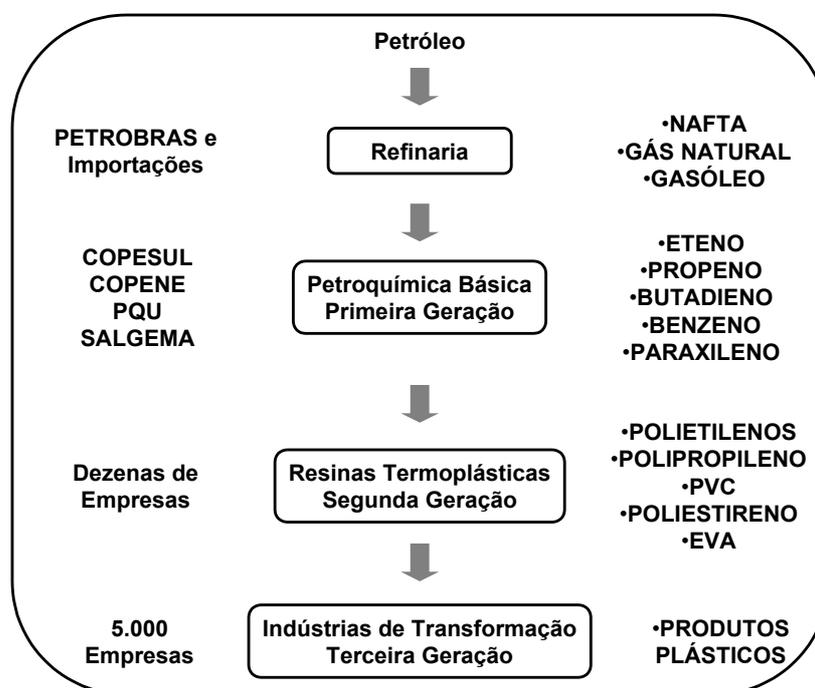


FIGURA 2: Gerações na cadeia produtiva dos plásticos

Fonte: <http://www.siresp.org.br/industri.htm>

A partir da FIGURA 2, verifica-se que o primeiro passo é o envio do petróleo para a refinaria, onde obtém-se como um dos subprodutos o nafta, uma fração líquida do petróleo. Esta passa, então, pelo processo de craqueamento catalítico (quebra de moléculas grandes em moléculas menores com a ação de catalisadores para aceleração do processo), gerando-se o eteno, butadieno, propeno, benzeno e paraxileno, os quais constituem as principais matérias-primas da segunda geração da cadeia produtiva do plástico. Através de processos de purificação e adição de outros materiais, são produzidas as resinas plásticas, geralmente em forma de grãos ou pó, tais como polietileno, polipropileno, PVC, poliestireno, etc, que são utilizadas pelas indústrias de transformação para a fabricação dos produtos plásticos em geral (SIRESP, 1998).

Para se transformar o plástico granulado nos produtos que utilizamos quotidianamente, é necessário passar por algum processo de transformação, dentre os diversos métodos destacam-se (PLASTVAL, 2002):

- **Extrusão de filmes tubulares:** em torno de 30% da totalidade dos termoplásticos são transformados por este processo, onde um dos destaques é a produção de sacos e sacolas de polietileno de baixa densidade(PEAD). Neste caso, a extrusora, que funde os grânulos de plástico, é equipada com uma matriz que produz um tubo, geralmente de baixo para cima. Na parte central da matriz, o torpedo, passa por um canal onde é soprado ar que vai fazer com que o tubo, entretanto fechado mais adiante, seja insuflado para formar uma bolha ou balão, cujas dimensões dependem da pressão do ar, quantidade e do tipo de material. O arrefecimento é feito, geralmente, por intermédio de um sistema de sopragem. Quando o filme atingir a temperatura que permite ser achatado, sem perigo de soldadura, a bolha é fechada e o filme, assim dobrado, tracionado por rolos de puxo;

- **Extrusão contínua:** o plástico é introduzido numa máquina que funde o material, pressionado-o, continuamente, contra uma matriz, transforma-o em fios(spaghetti), depois passam por um banho de resfriamento e é picotado em grãos(pellets), em seguida é ensacado e comercializado para fabricação de artefatos plásticos. Com este processo são produzidos também perfis, tubos, folhas e placas;

- **Moldagem por injeção:** a moldagem por injeção é o processo que está associado à boa parte dos objetos feitos de plástico e usados no nosso dia-a-dia. Neste processo, o material sólido, na fórmula de grânulos e, por vezes, em pó, é carregado numa máquina onde é, sucessivamente, aquecido até fundir e forçado sob pressão para dentro de um molde fechado. No molde, o material fundido resfria até retomar a rigidez que lhe permita ser removido mantendo a forma do objeto. A moldagem por injeção, ao contrário da extrusão, é um processo intermitente em que o equipamento executa ciclicamente as mesmas operações. Com este processo são fabricadas caixas, baldes, bacias, utensílios domésticos, rodas dentadas, para-choques para automóveis, televisões e cassetes de vídeo, entre outros produtos;

- **Moldagem por sopro:** utiliza-se para a produção de objetos como garrafas, tambores e cântaros para água. Pode ser aplicada após ao processo de extrusão ou injeção. No primeiro caso, consiste numa extrusora que produz um tubo bastante espesso de cima para baixo e de um ou mais moldes. Quando este tubo, designado por parison, atinge um comprimento pré-determinado, o parafuso da extrusora pára e o parison é envolvido pelas duas metades de um molde que se fecham sobre si. O parison, é então, insuflado por forma a que a sua parede exterior tome a forma da superfície do molde. Quando o material tiver resfriado o suficiente para a peça poder manter a sua forma, o molde abre e a peça formada pode ser

recolhida. No segundo caso, a moldagem por sopro é aplicada após a preforma ter sido produzida no processo de injeção.

- **Termoformagem:** consiste, basicamente, em aquecer uma chapa de material termoplástico até à sua temperatura de amolecimento e, em seguida, forçar o material quente e tornado flexível contra os contornos de um molde. Mantém-se, depois, o material em contato com o molde frio até que recupere a rigidez inicial, assim se obtendo um produto com a forma desejada. Produz-se, por exemplo, potes de iogurte e bacias;

- **Calandragem:** consiste numa série de rolos rotativos e aquecidos entre os quais o composto plástico é prensado na forma de folha contínua. A espessura da folha é controlada pela folga, ajustável, entre os rolos.

Existem outros métodos de transformação do plástico, mas estes são os mais comuns. A combinação entre os diversos tipos de plástico e as inúmeras formas de transformação dotam a matéria plástica de uma enorme flexibilidade. Algumas das razões para tanto sucesso do plástico são: sua leveza, o custo baixo, o fato de ser maleável e não se estilhaçar quando se quebra. Existem diversos tipos de plástico e milhares de diferentes produtos adaptados às mais diversas e exigentes utilizações produzidos com matéria plástica.

A TABELA 5 apresenta o comportamento da balança comercial brasileira da indústria de transformação de plásticos de 1994 ao final do primeiro semestre de 2000. Verifica-se um saldo negativo em todo o período, mas destaca-se a constância das exportações e um aumento considerável nas importações no período compreendido de 1994 a 1998. Em 1999 e 2000, houve uma recuperação da balança.

TABELA 5: Balança comercial brasileira da cadeia produtiva da indústria de transformação de plásticos

Período	Exportação	Importação	Saldo (Em US\$ Milhões)
1994	787	804	-17
1995	809	1.603	-794
1996	734	1.699	-965
1997	830	1.797	-967
1998	735	1.842	-1.107
1999	690	1.630	-940
Jan-Jun/00	461	976	-515

Fonte: Secex

O mercado brasileiro gera cerca de 450.000 toneladas anuais de resíduos plásticos industriais, agrícolas e urbanos. Desse total, em torno de 200.000 toneladas (equivalentes a 8% em média da produção nacional de plásticos e a 13% do consumo aparente) são recicladas por aproximadamente 800 indústrias. Nos anos 60, o volume de plástico reciclado era de cerca de 2.000 toneladas ao ano, o que representa um aumento de 10.000% em pouco mais de 30 anos; o que dá um aumento médio anual de 333,3% (INSTITUTO DO PVC, 2002).

Para um melhor esclarecimento, é necessário conhecer os tipos e as características relacionadas com os recicláveis plásticos, os quais podem voltar ao ciclo produtivo, reduzindo custo de produção e contribuindo para um meio ambiente mais duradouro.

Os plásticos são divididos em dois grupos de acordo com as suas características de fusão ou derretimento: os termoplásticos e os termorrígidos/termofixos.

a) Os Termoplásticos

Os termoplásticos são plásticos que amolecem ao serem aquecidos, podendo ser moldados, e quando resfriados ficam sólidos e tomam uma nova forma. São plásticos passíveis de reciclagem, podendo ser reutilizados várias vezes, porém para que isto ocorra, o nível de contaminação e degradação molecular ao longo de cada reutilização deverá ser mínimo, pois uma pequena concentração de resíduo não pertinente ao processo pode condenar todo um lote. Essa contaminação pode ser proveniente da má separação dos vários tipos de plásticos, por substâncias tóxicas, matéria orgânica ou resíduos sólidos (areia, pedras, terra, madeira, metal, etc). Correspondem a cerca de 80% dos plásticos consumidos (RECICLOTECA, 2001).

Os termoplásticos mais consumidos se dividem em seis tipos: PET, PEAD, PVC, PEBD, PP e PS.

- **PET – Poli(Tereftalato de Etileno)**

O PET foi desenvolvido em 1941 pelos químicos ingleses Whinfield e Dickson. Mas as garrafas produzidas com este polímero só começaram a ser fabricadas na década de 70, após cuidadosa revisão dos aspectos de segurança, propriedades e impacto ao meio ambiente. Os primeiros modelos de garrafas PET comercializados, utilizavam uma base de PEAD para dar sustentação (CEMPRE, 2000).

A reciclagem das embalagens PET, como as garrafas de refrigerantes de 600ml, 1000ml, 1500ml, 2000ml e 2500ml descartáveis, está em franca ascensão no Brasil. O material, que é um poliéster termoplástico, tem como características a leveza, a resistência e a transparência, ideais para satisfazer a demanda do consumo doméstico de refrigerantes e de outros produtos, como artigos de limpeza, sucos, óleo de cozinha, produtos farmacêuticos e comestíveis em geral, além de mantas de impermeabilização e fibras têxteis. A evolução do mercado e os avanços tecnológicos têm impulsionado novas aplicações para o PET reciclado, das cordas e fios de costura, aos carpetes, bandejas de frutas e até mesmo novas garrafas. Sua reciclagem, além de desviar resíduos plásticos dos aterros, utiliza apenas cerca de 30% da energia necessária para a produção da resina virgem.

Em São Paulo, os plásticos correspondem em média a 23% em peso do lixo urbano. Na coleta seletiva, o PET representa em média 17% dos reciclados separados. O Brasil produziu 290 mil toneladas de plástico PET em 1999. A demanda mundial é de cerca de 5 milhões de toneladas por ano (CEMPRE, 2000).

No começo dos anos 80, EUA e Canadá iniciaram a coleta dessas garrafas, reciclando-as inicialmente para fazer enchimento de almofadas. Com a melhoria da qualidade do PET reciclado, surgiram aplicações importantes, como tecidos, lâminas e garrafas para produtos não alimentícios. Mais tarde, na década de 90, o governo americano autorizou o uso deste material reciclado em embalagens de alimentos, mediante processos especiais de reciclagem que garantam a descontaminação. Atualmente, o maior mercado para o PET pós-consumo no Brasil são fibras para a fabricação de cordas(multifilamento), fios de costura(monofilamento) e cerdas de vassouras e escovas. Outra parte é destinada à moldagem de autopeças, lâminas para termo-formadores e formadores à vácuo (manequins plásticos), garrafas de detergentes, mantas não tecidas, carpetes e enchimentos de travesseiros. O mercado mundial de embalagens PET produzidas com material reciclado está em expansão. Os exemplos são as garrafas de bebidas em multi-camadas, além das bandejas de frutas (lâminas de duas ou três camadas moldadas) e dos suportes para embalagens de biscoitos (CEMPRE, 2000).

Nos EUA e Europa, os consumidores podem comprar refrigerantes envasados em PET contendo 40% de material reciclado(ABIPET, 1998). Essa aplicação deverá crescer com o avanço da reciclagem química, através de uma reação de polimerização revertida, obtendo os petroquímicos básicos que lhe deram origem.

O PET não pode ser transformado em adubo e sua degradação no meio ambiente é muito demorada. O PET é altamente combustível, na sua queima são liberados gases residuais como monóxido e dióxido de carbono, acetaldeído, benzoato de vinila e ácido benzóico.

Os principais contaminantes do PET reciclado de garrafas de refrigerantes são os adesivos (cola) usados em alguns rótulos. A maioria dos processos de lavagem não impede que traços destes produtos indesejáveis permaneçam no flocó de PET. O mesmo pode ocorrer com o PVC, que compõe outros tipos de garrafas e não pode misturar-se com a sucata de PET. Por esse motivo, a seleção e pré-reprocessamento da sucata é muito importante para a garantia de qualidade do reciclado. A seleção pode ser feita inicialmente pelo símbolo que identifica o material, não possuindo o símbolo, verifique se no fundo da embalagem tem um ponto no centro, indicando a injeção anterior ao sopro. As garrafas de refrigerantes podem ser separadas também pela cor (incolor, azul ou verde). A separação pode seguir processos manuais ou mecânicos, como sensores óticos. O pré-reprocessamento, pode ser iniciado retirando-se o rótulo (polietileno ou papel) e a tampa (polipropileno), após a moagem, é preciso retirar os contaminantes, separando-os geralmente por diferença de densidade em fluxo de água, e peneiramento. Além dessas etapas, devem ser retirados da sucata os resíduos de refrigerantes, óleos e demais detritos, por meio de processos de lavagem. Então, seguindo para a reciclagem propriamente dita (RECICLOTECA, 2001).

A FIGURA 3 apresenta duas formas de como identificar uma embalagem PET, através do formato do fundo e do código de identificação dos termoplásticos.

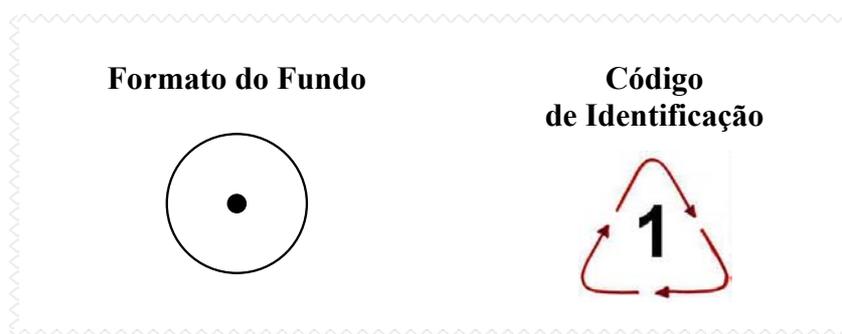


FIGURA 3: Formato do fundo e código das embalagens PET

Fonte: http://www.recicloteca.org.br/3-reciclav/mat_recic/plastico/plastico.htm

- **PEAD - Polietileno de Alta Densidade**

O PEAD em sua cor natural é branco, geralmente é disponibilizado em forma de chapas, tarugos e peças usinadas. Tem como característica principal a atoxidade e o baixo coeficiente de atrito, permitindo o contato com alimentos. É um material rígido, porém leve, de fácil processamento e baixo custo. Apresenta excelente resistência química e propriedades elétricas, e outras propriedades, tais como (VICK, 2001):

- * Resistência à agressões químicas;
- * Bom isolamento térmico;
- * Resistência a intempéries;
- * Fisiologicamente inofensivo;
- * Ótima resistência dielétrica;
- * Boa resistência à abrasão;
- * Atóxico
- * Antiaderente
- * Boa resistência ao calor contínuo
- * Auto lubrificante
- * Boa resistência a impactos

Dentre as aplicações, destaca-se o uso nas embalagens para cosméticos, produtos químicos e de limpeza, baldes, utensílios domésticos, tubos para líquidos e gás, tanques de combustível para veículos automotivos (VICK, 2001). Além de:

- * Revestimento de mesas para corte de alimentos;
- * Placas para corte de alimentos;
- * Roletes de lavadoras industriais;
- * Produtos médico-cirúrgicos;
- * Perfis e guias;
- * Revestimento e fabricação de tanques e cubas;
- * Peças e elementos para indústria alimentícia;
- * Engrenagens, buchas, arruelas e mancais;
- * Anéis de vedação;
- * Acoplamentos.

A usinagem do PEAD pode ser efetuada com máquina para metais ou madeira. É importante ressaltar que este material possui condutividade térmica baixa. É conveniente evitar qualquer aquecimento excessivo devido a usinagem que pode gerar tensões internas prejudiciais à geometria e as dimensões da peça acabada. A fixação sobre a máquina de usinagem deve ser feita com muito cuidado afim de se evitar deformações. As variações dimensionais, por absorção de umidade e dilatação térmica do PEAD, bem como diversos outros plásticos de engenharia são maiores que as dos metais e implicam em maiores tolerâncias, dificultando a utilização com dimensões precisas (VICK, 2001).

A FIGURA 4 apresenta duas formas de como identificar uma embalagem PEAD, através do formato do fundo e do código de identificação dos termoplásticos.

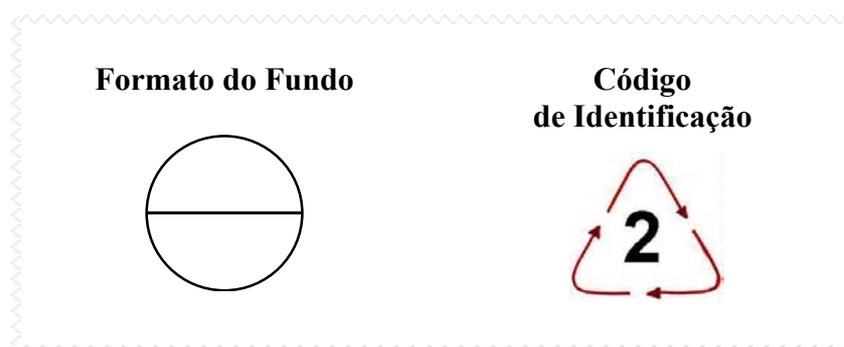


FIGURA 4: Formato do fundo e código das embalagens PEAD

Fonte: http://www.recicloteca.org.br/3-reciclav/mat_recic/plastico/plastico.htm

- **PVC ou V - Policloreto de Vinila**

Segundo o INSTITUTO DO PVC(2002), o PVC é o único material plástico que não é 100% originário do petróleo. O PVC contém, em peso, 57% de cloro (derivado do cloreto de sódio - sal de cozinha) e 43% de eteno (derivado do petróleo). A partir do sal marinho, pelo processo de eletrólise, obtém-se o cloro, soda cáustica e hidrogênio. A eletrólise é a reação química resultante da passagem de uma corrente elétrica por água salgada (salmoura).

Os resíduos de PVC representam em média 0,8% do peso total do lixo domiciliar. Isso ocorre porque o PVC é mais utilizado em produtos de longa duração, como tubos e conexões, fios e cabos para a construção civil. O PVC possui numerosas aplicações envolvendo uma série de produtos, tais como embalagens, equipamentos médico-cirúrgicos, garrafa de água mineral, alguns frascos de detergente, pastas para material escolar, encapamentos de fios e cabos elétricos, mangueiras, perfis de janelas e laminados, esquadrias, revestimentos, calçados, brinquedos, tubos e conexões, etc. O principal mercado é o de tubos e conexões aplicados na construção civil, que é responsável por mais de 60% do mercado brasileiro e mundial do PVC. Esta posição de destaque, em tubulações, decorre da prolongada vida útil do PVC (INSTITUTO DO PVC, 2002).

A reciclagem do PVC acontece desde o começo da sua produção. No entanto, só tomou impulso de forma mais organizada com os movimentos ecológicos dos países

desenvolvidos. A maioria dos produtos de PVC tem uma vida útil muito longa. Por outro lado, as embalagens de PVC têm curto tempo de utilização, por serem descartáveis.

O ciclo de vida útil médio dos produtos à base de PVC, segundo o INSTITUTO DO PVC é:

- De 15 a 100 anos em 64% dos produtos;
- De 2 a 15 anos em 24%;
- Até 2 anos em 12% dos produtos.

O PVC reciclado é geralmente aplicado na camada central de tubos de esgoto, em reforços para calçados, juntas de dilatação para concreto, perfis, cones de sinalização, eletrodutos, solados, laminados flexíveis, mangueiras para jardim, estrados e pisos dentre outros produtos.

A transformação da resina de PVC utiliza processos mecânicos e térmicos, durante os quais os componentes da mistura são incorporados de forma homogênea. A mistura é aquecida, para garantir a sua fusão e permitir a obtenção da forma definitiva dos materiais. O processo utiliza água apenas para resfriamento das máquinas. Os refugos sólidos da fabricação são devolvidos ao ciclo de fabricação e reciclados.

O PVC é totalmente inerte no solo e os aditivos que estão na sua composição são insolúveis, não se desprendendo do produto. Não há nenhum risco de que os produtos descartados no lixo poluam os lençóis freáticos. Assim, os materiais de PVC utilizados na construção civil, por exemplo, não causam problemas se misturados ao entulho, em caso de demolições. Aterros sanitários bem projetados são, inclusive, forrados com manta de PVC para proteger os lençóis freáticos e solo do chorume (INSTITUTO DO PVC, 2002).

A reciclagem mecânica e a energética são maneiras eficientes de reaproveitá-lo.

A origem dos resíduos de PVC para a reciclagem, bem como a garantia do suprimento, são determinantes para o bom funcionamento do processo. Normalmente são classificados como resíduos industriais e pós-consumo. Uma vez separado dos outros plásticos, o PVC pode ser reprocessado, e transformados em novos produtos.

A FIGURA 5 apresenta duas formas de como identificar uma embalagem PVC, através do formato do fundo e do código de identificação dos termoplásticos.

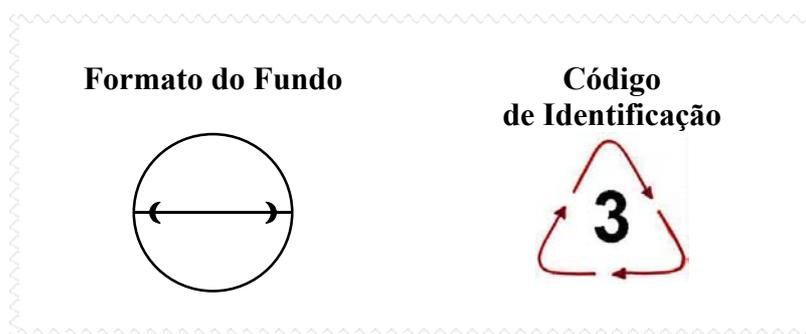


FIGURA 5: Formato do fundo e código das embalagens PVC

Fonte: http://www.recicloteca.org.br/3-reciclav/mat_recic/plastico/plastico.htm

- **PEBD - Polietileno de Baixa Densidade**

O PEBD, em sua maioria, é aplicado na produção de "filmes", uma película plástica com espessura menor que 250 μm , normalmente usados como sacolas de supermercados, sacos de lixo, embalagens de leite, lonas agrícolas e proteção de alimentos na geladeira ou microondas. O material constitui 38% das embalagens plásticas em geral nos Estados Unidos. No mercado brasileiro o PEBD, corresponde a 32% do total de polímeros consumidos no mercado brasileiro de plástico (CEMPRE, 2000).

Os principais consumidores de plástico filme provenientes de coleta seletiva são as empresas recicladoras, que reprocessam o material, fazendo-o retornar como matéria-prima para a fabricação de artefatos plásticos, como tubos para água, conduítes, sacolas e sacos de lixo. Podendo alcançar, nesse processo de transformação, uma economia de até 50% de energia com o uso de plástico reciclado.

No Brasil, em média, 15% dos plásticos rígidos e filme são reciclados, o que equivale a 200 mil toneladas por ano. Não há dados específicos para o plástico filme. Em média, o material corresponde a 29% do total de plásticos separados pelas cidades que fazem coleta seletiva. Cerca de 80% dos sacos e embalagens de plástico filme são produzidas com polietileno e 20% com polipropileno, cloreto de polivinila (PVC) - usado em embalagens de alimentos - e outras resinas. Algumas películas misturam dois ou mais polímeros, podendo criar problemas para o reaproveitamento industrial, como trincas e perda de resistência mecânica (CEMPRE, 2000).

A metade dos plásticos filmes existentes no mercado é pigmentada, enquanto a outra metade é branca ou incolor. Quando conter tintas, o plástico deve ser separado por

cor, ou pelo menos os impressos devem ser separados dos lisos, para que obtenham maior valor de venda.

Os contaminantes do material incluem comida, gorduras, papel, etiquetas, grampos e sujeira em geral, reduzindo seu preço de venda. Isso ocorre com frequência com o plástico misturado ao lixo que não é coletado seletivamente. Ele deve passar por processos de lavagem antes de ser encaminhado para reciclagem.

Após ser separado do lixo, o plástico filme é enfardado para a reciclagem. Na recicladora, o material passa pelo triturador e depois pelo aglutinador, uma espécie de bateadeira que aquece o plástico pela fricção de suas hélices. Em seguida, é aplicada pouca água para provocar um resfriamento repentino que resulta na aglutinação: os pedaços dos polímeros se contraem, aumentando sua densidade, transformando-os numa forma semelhante aos grãos. Assim, ele passa a ter peso e densidade suficientes para descer no funil da extrusora. Na extrusora o material aglutinado se funde, e é empurrado pela rosca central contra uma matriz, transforma-o em fios(spaghetti) e depois contados em forma de grãos, ou diretamente em artefatos.

A FIGURA 6 apresenta uma forma de como identificar uma embalagem de PEBD, através do código de identificação dos termoplásticos.



FIGURA 6: Código das embalagens PEBD

Fonte: http://www.recicloteca.org.br/3-reciclav/mat_recic/plastico/plastico.htm

- **PP - Polipropileno**

Segundo VICK(2001), o polipropileno origina-se de uma resina termoplástica produzida à partir do gás propileno que é um subproduto da refinação do nafta. Em seu estado natural, a resina é semi-translúcida e leitosa, podendo posteriormente ser aditivado

ou pigmentado. É uma resina de baixa densidade que oferece um bom equilíbrio de propriedades térmicas, químicas e elétricas, acompanhadas de resistência moderada. As propriedades de resistência podem ser significativamente aumentadas ou melhoradas através de reforços, como os de fibra de vidro. Apresenta resistência limitada ao calor; existem, entretanto, tipos termo estabilizados destinados a aplicações que exijam uso prolongado a elevadas temperaturas. A vida útil de peças pode atingir cinco anos a 120°C, dez anos a 110°C e vinte anos a 90°C. É resistente a ataques químicos e não é afetado por soluções aquosas de sais inorgânicos ou ácidos e bases minerais, mesmo em altas temperaturas. Não é atacado pela maioria dos agentes químicos de natureza orgânica. Entretanto, ele é atacado por compostos halogenados, por ácido nítrico fumegantes e por outros agentes oxidantes ativos, além de ser também atacado por hidrocarbonetos aromáticos e cromados, em altas temperaturas.

A maioria dos materiais de polipropileno são produzidos através de moldagens por injeção ou sopro ou através de extrusão, a partir de compostos reforçados e sem reforços. Outros processos aplicáveis aos polipropilenos são a moldagem de espumas padronizadas reforçadas com fibra de vidro (VICK, 2001).

Em síntese, os polipropilenos têm como características:

- | | |
|--|---|
| * Boa resistência química | * Boa estabilidade térmica |
| * Baixa absorção de umidade | * Pode ser aditivado |
| * Boa resistência ao impacto | * Alta resistência ao entalhe |
| * Soldável e moldável | * Opera até 115°C |
| * Comprovadamente atóxico | * Leveza 0,92 - o mais leve dos plásticos |
| * Baixo custo dentre os plásticos | * Regular resistência ao atrito |
| * Fácil usinagem | * Propriedades antiaderentes |
| * Em revestimento até 90°C pode substituir o PVC | |

Os polipropilenos não-reforçados são utilizados em aplicações de embalagem, podendo ser transparente ou opacos, tais como recipientes farmacêuticos, para cosméticos moldados por sopro, filmes para proteção de alimentos, embalagens de massas e biscoitos, peças de automóveis (para-choques de carro), potes de margarina, seringas descartáveis, equipamentos médico-cirúrgicos, fibras e fios têxteis, utilidades domésticas. Os tipos de espuma são empregados em móveis e encostos de assentos de automóveis. Tanto os tipos

reforçados como os não reforçados são aplicados a automóveis, aparelhos domésticos e elétricos, como carcaças de bateria, de lanterna, rotores de ventoinha, pás de ventiladores, e como suporte para peças elétricas condutoras de corrente, carretéis de bobinas, capas protetoras de cabo elétrico, jogos magnéticos de TV, cartuchos para fusíveis e como isoladores, entre outras aplicações (VICK, 2001). Também são utilizados na confecção de:

- | | |
|---|--|
| * Peças estruturais | * Mesas para laboratórios |
| * Painéis de isolamento | * Placas de filtro de prensa |
| * Cepos para balancins | * Aparelhos ortopédicos |
| * Tubos e conexões para indústria química | * Engrenagens para galvanoplastia |
| * Revestimento e fabricação de tanques | * Peças e elementos para indústria alimentícia |

De acordo com VICK(2001), o polipropileno também é disponível em chapas, tarugos e tubos com variados dimensionais para beneficiamento e aplicação em diversos segmentos industriais. Tem como limitações para sua aplicação:

- Pouca resistência mecânica;
- Pouca resistência a abrasão;
- Sofre com a ação ultravioleta e agentes oxidantes;
- Resistência limitada a temperaturas;
- Cria estática;
- A 90°C com solitação mecânica, a ligação carbono mais hidrogênio se compromete;
- Não é resistente a baixa temperatura (abaixo de 0°C).

A usinagem do polipropileno pode ser efetuada perfeitamente com máquinas para metais ou madeira. Este material possui condutividade térmica baixa. É conveniente evitar qualquer aquecimento excessivo durante a usinagem que pode gerar tensões internas prejudiciais à geometria e às dimensões da peça acabada.

A FIGURA 7 apresenta uma forma de como identificar uma embalagem de PP, através do código de identificação dos termoplásticos.



FIGURA 7: Código das embalagens PP

Fonte: http://www.recicloteca.org.br/3-reciclav/mat_recic/plastico/plastico.htm

- **PS - Poliestireno**

De acordo com VICK(2001), o primeiro plástico industrial de poliestireno foi introduzido na Alemanha em 1930. A produção nos Estados Unidos iniciou-se em 1937, porém, em quantidades relativamente insignificantes até 1946. Então, as tremendas facilidades para a produção de estireno, que foram obtidas graças ao programa de borracha sintética da Segunda Guerra Mundial, tornam-se acessíveis para a produção de plásticos.

O Poliestireno é um termoplástico que se caracteriza por sua clareza brilhante, sua dureza, sua facilidade de processamento e seu baixo custo. Possui baixo custo, processamento fácil, podendo apresentar-se transparente, baixa absorção de umidade, etc. Quando aditivadas as chapas de PS são largamente utilizadas em diversas aplicações como: comunicação visual, embalagens, peças técnicas, termoformagem etc. Isto ocorre devido às suas inúmeras qualidades, aliadas ao baixo custo. Em geral são aplicados em maçanetas, protetores de luz (luminárias), artigos descartáveis(copos), visores de diversos equipamentos e em artigos de embalagens(alimentos, sacos de batata), placas isolantes, revestimento de geladeiras, material escolar. As formulações resistentes ao calor são utilizadas em artigos domésticos, peças de máquinas e veículos, gabinetes para rádio e televisão, grades de aparelhos de ar condicionado, peças internas e externas de eletrodomésticos, circuladores de ar, ventiladores, exaustores, motores elétricos, carretéis para fitas magnéticas e filmes, peças para aparelhos eletrônicos e de telecomunicações. Os tipos resistentes a impactos são aplicados em comunicação visual, aparelhos e utensílios domésticos, brinquedos, e em artigos especiais (VICK, 2001). Pode ser classificado em três tipos básicos:

- Poliestireno de Alto Impacto;
- Poliestireno Cristal;
- Poliestireno Leitoso Luminária.

O Poliestireno, que na sua forma original é um termoplástico duro e amorfo, pode, dependendo da utilização à qual se destina, ser modificado e apresentar, por exemplo, uma maior resistência ao impacto.

- **Poliestireno de Alto Impacto(PSAI)**

Dentre as diversas tentativas que foram realizadas para melhorar a resistência ao impacto do polietireno, a mais eficiente foi aquela que previu a incorporação de elastômeros em proporções variadas, segundo as propriedades desejadas do produto final. Várias experiências têm mostrado que o estireno-butadieno com 25%, no máximo, de estireno, é o elastômero mais adequado para esta finalidade. Variando o teor de elastômero que é incorporado ao polímero, tem-se os poliestirenos de médio e alto impacto. Geralmente este teor de elastômero se encontra entre 5 a 10%. Este tipo de poliestireno, também conhecido como Poliestireno de Alto Impacto (PSAI) é largamente utilizado na comunicação visual (interna), devido à excelente aderência de tinta no processo de serigrafia, bem como na confecção de placas com vinil adesivo. Por outro lado, outra aplicação comum a este produto é na termoformagem de peças (VICK, 2001).

- **Poliestireno Cristal**

Dependendo do tipo, o material recebe pequenas quantidades de lubrificantes, tanto de ação externa como interna. Isto vem a facilitar o fluxo nas extrusões e moldagens.

O Poliestireno comum é também conhecido pelo nome de poliestireno regular, não modificado ou cristal.

- **Poliestireno Leitoso Luminária**

As características do Poliestireno Leitoso para Luminária são idênticas às do material cristal, a diferença que há no Poliestireno leitoso para Luminária é que o mesmo recebe uma pigmentação branca para uso em luminárias em elevadores, shopping centers, residências etc. Deve-se ressaltar que este material não deve ser confundido com o poliestireno de alto impacto, visto que o poliestireno leitoso luminária não recebe carga na sua formulação que lhe dê tais características (VICK, 2001).

A FIGURA 8 apresenta uma forma de como identificar uma embalagem de PS, através do código de identificação dos termoplásticos.



FIGURA 8: Código das embalagens PS

Fonte: http://www.recicloteca.org.br/3-reciclav/mat_recic/plastico/plastico.htm

b) Termorrígidos ou Termofixos

São polímeros que formam ligações cruzadas ao serem aquecidos, uma vez moldados não permitem mais a possibilidade de fusão, logo, sua reciclagem é complicada, porém se decompõem quando reaquecidos. Podem ser aproveitados como carga ou serem incinerados para recuperação de energia. São exemplos deste tipo de polímeros, a baquelite, usada em tomadas, telefones, cabos de panela e no embutimento de amostras metalográficas; poliéster usado em carrocerias, caixas d'água, piscinas, etc., na forma de plástico reforçado (fiberglass) (RECICLOTECA, 2001).

- **PU – Poliuretanos**

Segundo SAKAMOTO(2001), em 1937, o professor Otto Bayer e sua equipe desenvolveram um processo que, a partir da reação de dois compostos, resultava em produto de estrutura macromolecular. Seu desenvolvimento comercial começou na Alemanha no final da década de 30 em espumas rígidas e adesivos. Os elastômeros na década de 40 e na década de 50 houve o grande desenvolvimento comercial em espumas flexíveis, tintas e vernizes. Possui alta resistência à tração e compressão e é ideal na produção de peças que exijam grande durabilidade. O PU podem ser definidos em alguns tipos básicos:

- **Espumas rígidas:** são sistemas bicomponentes normalmente utilizados em sistemas de isolamento térmico e acústico, para modelagem, ou para proteção de transportes de peças e equipamentos.
- **Espumas flexíveis:** são utilizados em colchões, abafadores, peças automotivas(integral skin), isolamentos acústicos, proteção de equipamentos p/ transportes, almofadas, bonecos e esculturas, brinquedos, etc.
- **Elastômeros:** utilizados em várias aplicações, como encapsulamentos eletrônicos, amortecedores, sapatas de equipamentos, revestimentos antiderrapantes e resistentes a abrasão, acabamento em produtos promocionais, tubos e dutos, revestimentos de etiquetas, blocos de modelação, etc..
- **Tintas:** normalmente são utilizados em aplicações onde existe a necessidade de bom acabamento, excelente brilho, resistência química, boa aderência, e resistência a UV. Podem ser bicomponentes ou mono-componentes, normalmente os bicomponentes são os de melhor resistência em todos os sentidos.

- **EVA - Poliacetato de Etileno Vinil**

A principal aplicação do EVA são chapas reticuladas e expandidas utilizadas na produção de solados, entresolas e palmilhas na indústria calçadista, a qual é responsável por cerca de 69% do mercado de EVA. É também utilizado para trabalhos escolares e artesanais (ROLIM, 1999).

Segundo ROLIM(1999), o resíduo de EVA é composto pelos retalhos que sobram do processo de corte mecânico das chapas no formato da sola, entresola ou palmilha. A incidência do resíduo de EVA, em empresas produtoras de calçados da região do Vale dos Sinos no Rio Grande do Sul, varia de 12 a 20% sobre o consumo de EVA, dependendo do processo empregado no corte. Como o EVA tem uma densidade baixa, o volume gerado é muito grande e as áreas para a sua armazenagem (aterros) são onerosas. Além disso, o EVA não é biodegradável acumulando-se ao longo do tempo nos aterros.

2.3. Formas de Tratamento dos Resíduos Sólidos

2.3.1. Reutilização

A reutilização consiste no aproveitamento de materiais descartados (pós-consumo), no dia-a-dia das residências e empresas, para serem utilizados para a mesma finalidade ou outra, sofrendo alguma adaptação.

Dentre os exemplos encontrados em várias partes do Brasil, pode-se destacar:

- As garrafas de refrigerantes(PET) para armazenamento de água, sucos, leite, produtos de limpeza e grãos, como feijão e milho; confecção de brinquedos, adornos, vassouras, calhas e produção de mudas;
- Garrafas de vidro para envasar novamente refrigerantes, cervejas, sucos, mel, vinho e querosene; e objetos artesanais;
- Sucatas de metais para produção artesanal de estatuetas e ferramentas;
- Sobras de tecidos para produção de peças de retalhos, como colchas, tapetes, cobertas e roupas;
- Cacos de cerâmicas para produção de móveis e quadros utilizando a técnica de mosaico;

A reutilização caracteriza-se por não promover, em boa parte dos materiais, a alteração da estrutura, e quando da necessidade dessa alteração são utilizados métodos artesanais e de baixo custo.

2.3.2. Reciclagem

A reciclagem pode ser definida como sendo o conjunto de procedimentos que possibilita a recuperação e a reintrodução no ciclo produtivo de resíduos (ou rejeitos) das atividades humanas, como matérias-primas e/ou insumos de processos industriais, visando a produção de novos bens, que podem ou não serem idênticos ou similares àqueles de que se originaram os referidos resíduos, ou rejeitos. Geralmente, a reciclagem possibilita uma considerável redução de custos nos processos de produção industrial, bem como uma significativa poupança de matérias-primas naturais. É uma atividade moderna que alia consciência ecológica ao desenvolvimento econômico e tecnológico (CHENNA, 1999).

Como parte de um processo de produção industrial de bens, a viabilização dos procedimentos de reciclagem de resíduos sólidos urbanos está diretamente associada a questões tais como :

- a qualidade dos materiais (matérias-primas ou insumos industriais);
- a quantidade mínima de interesse para a indústria de reprocessamento;
- a não interrupção do fornecimento de materiais;
- a sazonalidade da demanda por esses materiais;
- as formas de acondicionamento, estocagem e transporte exigidas pelos compradores potenciais;
- a localização das indústrias reprocessadoras e/ou das empresas adquirentes dos materiais (intermediários);
- o valor de mercado dos diversos materiais teoricamente recicláveis; e
- os custos de recolhimento e triagem desses materiais.

Por tudo isto, um programa de reciclagem (público e/ou privado) será tanto mais viável quanto menos misturados estiverem os materiais, principalmente, dos resíduos orgânicos(úmidos). Fato esse que demandaria procedimentos baseados na separação, na fonte de geração, dos resíduos teoricamente recicláveis; e no seu transporte voluntário, por seus próprios geradores, até containers ou pontos de concentração específicos (por tipos), adequadamente dispostos na malha urbana.

Segundo CHENNA(1998), os sistemas tradicionais de coleta (gestão em massa) dos resíduos sólidos desconsideram, via de regra, qualquer diferenciação no manejo dos resíduos em sua origem, quer em função de suas características qualitativas, quer relacionadas ao seu potencial de reaproveitamento, quer concernentes ao potencial específico de agressão ambiental dos diversos tipos de resíduos (com algumas exceções quanto aos resíduos gerados nas unidades de atenção à saúde, freqüentemente coletados em separado, ainda que com o emprego dos mesmos veículos utilizados na coleta convencional). De um modo geral, esses sistemas apenas admitem a seleção da parcela considerada reciclável dos resíduos coletados na ponta final do sistema de coleta. Assim, a gestão em massa privilegia a coleta mista (ou indiferenciada) dos resíduos; e, quando considera a possibilidade de recuperação dos resíduos recicláveis, exige a montagem de um sistema de separação (triagem) desses materiais normalmente configurado pelas usinas de triagem.

Evidentemente, nessas usinas, os materiais potencialmente recicláveis apresentam-se contaminados por resíduos de outras naturezas, comprometendo sua qualidade intrínseca como matérias-primas (ou insumos) industriais, fato esse que faz com que seu preço no mercado seja baixo e, por conseguinte, com que seja comprometida a sustentabilidade econômica desses empreendimentos. Não por acaso, a imensa maioria dessas usinas - implantadas em considerável número no Brasil a partir da década de 1970 - acha-se atualmente paralisada, ou funcionando mediante permanentes subsídios dos municípios (CHENNA, 1999).

Etapas gerais da reciclagem:

a. Coleta e Separação:

Inicia-se com a coleta nas fontes geradoras, que podem ser incentivadas a selecionarem os materiais recicláveis, se possível, antes de serem coletados. Logo em seguida, deve ser feita a separação/triagem por tipos de materiais (papel, plástico, metal, vidro, madeira, etc.)

b. Revalorização:

Etapas intermediária que prepara os materiais separados para serem transformados em matéria prima para novos produtos. O processo de revalorização varia de acordo com o tipo de material, conforme a TABELA 6:

TABELA 6: Etapas da revalorização de alguns grupos de materiais

Papel	Plástico	Metal	Vidro	Madeira
Trituração	Trituração	Fusão	Trituração	Trituração
Hidratação	Lavagem	Laminação	Lavagem	Prensagem
Purificação	Aglutinação	Extrusão		
Geração da polpa	Extrusão			
	Transformação			

Fonte: arquivo do autor

Verifica-se a partir da TABELA 6, que o plástico é o material que possui o maior número de etapas para revalorização, enquanto o vidro tem apenas duas etapas. Vale

ressaltar que o número de etapas pertencentes a processo, não indica maior custo de implantação da planta de reciclagem.

c. Transformação:

Processamento dos materiais revalorizados para fabricação de novos produtos.

Benefícios da reciclagem:

- Preservar e/ou economizar os recursos naturais;
- Diminuir a poluição do ar e das águas;
- Diminuir a quantidade de resíduos a serem aterrados;
- Gerar ocupação e renda através da criação de centros de triagem;
- Diminuir as importações de algumas matérias-primas.

Cuidados para garantir a sustentação econômica da reciclagem:

- Minimizar os custos da separação, coleta, transporte, armazenamento e preparação dos resíduos p/ o processamento;
- Quantidade de material disponível e condições de limpeza;
- Proximidade da fonte geradora com o local onde será reciclado o material;
- Frequência no fornecimento dos recicláveis;
- Custo do processamento do produto;
- Características e aplicações do produto resultante;
- Demanda do mercado para o material reciclado.

2.3.3. Compostagem

Compostagem é a denominação que se dá para a reciclagem de resíduos orgânicos, é um processo resultante da conversão microbiológica de resíduos sólidos orgânicos não perigosos em um composto nutritivo e barato. A compostagem é geralmente classificada como aeróbia e anaeróbia, em função da massa de resíduos estar ou não em presença do oxigênio. Os resíduos sólidos orgânicos, ou sejam, os restos de cozinha (vegetais e animais), de podas de jardim e de quintais, geram por decomposição, efetuada por microorganismos, dois novos e importantes componentes: sais minerais contendo

nutrientes para as raízes das plantas e húmus(ligno proteínas), material de coloração escura, melhorador e condicionador do solo (PENIDO, 2001).

O composto orgânico é o produto final da compostagem, é de excelente qualidade, melhorando as propriedades físicas, químicas e bioquímicas do solo. Possui baixo custo por ser produzido a partir de matéria-prima descartada como sobras sem utilidade. Pelo fato de se produzir composto com resíduos de baixo ou nenhum valor econômico, pode-se adubar as plantas com doses consideradas elevadas. O composto tem em média 2,5% da soma dos nutrientes nitrogênio, fósforo e potássio - NPK. Aplicando-se dez toneladas por hectare, se estará levando para a planta, 250 kg de NPK, mesma quantidade de nutrientes essenciais encontrada no adubo químico (CEMPRE, 2000).

Segundo AMARAL(2001), para a produção de um composto orgânico com aspecto atraente, convidativo, para o agricultor comprá-lo e aplicar em suas lavouras, é importante evitar a presença de partículas grosseiras, de cacos de vidro, de louça, pedaços de plástico, pedras e outros contaminantes que podem ser removidos com uma boa catação e um peneiramento final do produto acabado. Existe a possibilidade dos resíduos urbanos conterem metais pesados, tóxicos para as plantas e para quem delas se alimentar. Adotando-se o sistema de descarte seletivo domiciliar em seco e úmido, neste último recipiente estão incluídos os restos de cozinha, com pequena chance de ser detectada quantidade significativa de metais pesados.

Segundo o CEMPRE(2000), o processo de compostagem dos resíduos orgânicos começa com formação de pilhas, conforme ilustrado na FIGURA 9. O composto é produzido a partir da degradação biológica da matéria orgânica em presença de oxigênio do ar. Os produtos gerados no processo de decomposição são: composto, gás carbônico, calor e água. A transformação da matéria orgânica em gás carbônico e vapor de água reduz o peso e o volume da pilha de material que está sendo compostado. Preparar o composto de forma correta significa proporcionar aos microorganismos responsáveis pela degradação, condições favoráveis de desenvolvimento e reprodução, ou seja, a pilha de composto deve possuir resíduos orgânicos, umidade e oxigênio em proporções adequadas. A legislação brasileira determina que o composto orgânico para ser comercializado deve apresentar as seguintes garantias:

- matéria orgânica: mínimo de 40%;
- índice pH: mínimo 6,0;
- teor de nitrogênio: 1,0%;

- relação carbono/nitrogênio: 18/1;
- Não deve conter patogênicos e metais pesados acima dos limites toleráveis.



FIGURA 9: Pátio de Compostagem em Pequena Escala - Minas Gerais

Fonte: <http://www.cempre.org.br/fotos/fotos.html>

Formas de Compostagem

De acordo com PENIDO(2001), a compostagem anaeróbia (matéria orgânica + micro organismos \rightarrow $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CH}_4 + \text{NH}_3$ + produtos finais reduzidos [H_2S , ácidos orgânicos, aldeídos, etc.]) pode trazer condições não desejáveis, como a produção de ácidos graxos, aldeídos, álcoois, ácido sulfídrico, etc. O ácido sulfídrico, por exemplo, é um gás muito reativo que se combina freqüentemente com material orgânico parcialmente degradado, formando compostos de cor escura, geralmente associados com os maus odores do processo.

Embora pouco usadas comercialmente, vale mencionar que algumas tecnologias estão atualmente sendo desenvolvidas de modo a processar anaerobiamente os resíduos urbanos, preferencialmente constituídos por matéria orgânica já pré-selecionada ou resíduos verdes. Estes devem ser devidamente misturados com líquidos (geralmente o próprio chorume) até adquirirem um teor de umidade entre 55 e 65 %, para que, armazenados em ambientes fechados (digestores) por um período mínimo de 15 dias, em ausência de oxigênio e através da decomposição anaeróbia em temperaturas termofílicas

(acima de 40° C), produzam o biogás(CH₄+CO₂), utilizado não só no aquecimento da massa de lixo dentro dos digestores, como também na produção de energia. O efluente dos digestores, após redução do teor de umidade, é desagregado e posto a compostar em pátios a céu aberto, por um período de 30 dias, obtendo-se assim um composto orgânico de boa qualidade, já que os resíduos que o originaram foram pré-selecionados (PENIDO, 2001).

Já a compostagem aeróbia (matéria orgânica + micro organismos + O₂ → CO₂ + H₂O + produtos finais oxigenados [NO₃, SO₄, etc.]), graças à ausência de maus odores e de maiores incômodos e ao seu menor custo, é a mais usada no tratamento de resíduos, não só para a produção de composto orgânico como também para reduzir (cerca de 50%) o peso e volume dos resíduos a serem aterrados, que por sua vez, passam a ter um potencial contaminante muito menor do que o lixo bruto. Esta é, definitivamente, a maior vantagem da compostagem, especialmente para cidades com dificuldades de disponibilidade de áreas para aterros, pois a vida útil destas instalações pode dobrar com a aplicação desta simples tecnologia de tratamento (PENIDO, 2001).

Aplicação do Composto Orgânico

De acordo com PENIDO(2001), é fato conhecido por todos que a produtividade do solo está diretamente relacionada com a riqueza de matéria orgânica nele contida. O composto orgânico, sendo constituído fundamentalmente de matéria orgânica decomposta e estabilizada, possui macro e micro nutrientes, influenciando assim diretamente a fertilidade química do solo. Entre as principais propriedades do composto orgânico, podem ser destacadas:

- Melhoria da estrutura do solo, tornando-o poroso e agregando suas partículas que se transformam em grânulos;
- Aumento da capacidade de absorção e armazenamento de água no solo;
- Redução radical da erosão evitando o deslocamento violento de água e amortecendo o impacto das gotas de chuva na superfície dos solos;
- Aumento da estabilidade do PH do solo;
- Aumento da retenção dos macronutrientes, impedindo seu arraste pela chuva;
- Formação de quelatos, que aprisionam os micronutrientes (ferro, zinco, cobre, manganês, etc.) que serão absorvidos apenas pelas raízes das plantas;
- Fornecimento de nutrientes às plantas, como nitrogênio, fósforo, potássio, enxofre, cálcio e magnésio, em quantidade total em torno de 6% de seu peso;

- Aumento da aeração do solo, necessária à oxigenação das raízes;
- Melhoria da drenagem de água no solo;
- Aumento da retenção do nitrogênio no solo.

O composto orgânico pode ser aplicado em qualquer tipo de cultura, associado ou não a fertilizantes químicos; manualmente ou por máquinas. Há duas épocas onde a aplicação da matéria orgânica é mais recomendável: quando se forma a cultura e quando se inicia o processo de produção. No primeiro caso o composto é aplicado em sulcos ou em covas e no segundo, deve ser colocado na superfície, sob a forma de coroa, e incorporado ao solo através de leve revolvimento. No caso de aplicação em covas, coloca-se o composto na quantidade recomendada, revolvendo-o com a terra retirada e esperando 10 a 15 dias para o plantio. Também pode ser incorporado ao solo como cobertura, no caso de capineiras, gramados, etc (PENIDO, 2001).

Segundo PENIDO(2001), as dosagens a serem aplicadas dependem da fertilidade da terra, mas em termos gerais, pode-se indicar:

- culturas perenes, com adubação em cova, por ocasião do plantio: 5 kg/cova;
- culturas perenes em cobertura incorporada ao solo, em coroa: 10 a 30 kg/pé;
- canteiros de hortaliças: até 5kg/m²;
- em capineiras ou espalhado no solo, sendo incorporado através de gradeamento superficial: até 50t/hectare.

De modo geral, as desvantagens encontrada na compostagem são: necessidade de grandes áreas, carga pequena de NPK no composto, processo lento de geração do composto e falta de licenciamento do composto pelo ministério da saúde.

A FIGURA 10 apresenta um esquema de uma unidade integrada e semi-automatizada de triagem e compostagem de resíduos sólidos domiciliares em Porto Alegre. Exemplificando um sistema de compostagem desde a chegada dos resíduos até a saída do composto.



FIGURA 10: Unidade de Triagem e Compostagem da Lomba do Pinheiro qualifica produção agro-ecológica

Fonte: <http://www.portoalegre.rs.gov.br/ecos/revistas/ecos19/ambnte1.htm>

2.3.4. Incineração

Dentre as alternativas de tratamento térmico dos resíduos sólidos sobressai a incineração, através da qual se obtém uma significativa redução, volumétrica e de peso, dos resíduos através de sua combustão [reação química entre o combustível (resíduos, complementado por combustíveis líquidos ou gasosos) e o comburente (nitrogênio e oxigênio do ar)] (LIMA, 1991).

De acordo com LIMA(1991), os incineradores podem ser classificados em dois tipos principais: de batelada e de fluxo contínuo. Os primeiros são de concepção relativamente mais simples, mas apresentam o inconveniente da operação descontínua, em que ocorrem importantes alterações nas condições do balanço entre combustível e comburente, tendo como resultado uma combustão imperfeita e, por conseguinte, a emissão de gases e materiais particulados potencialmente poluentes. Nos incineradores de fluxo contínuo esses inconvenientes são minimizados; entretanto, consistem de instalações muito mais complexas, que exigem manutenção altamente especializada e de caráter permanente. Em ambos os casos, os custos de instalação e de operação são muito

significativos. Pode-se dizer que um dos principais fatores a serem levados em consideração, ao se analisar a hipótese de instalação de incineradores como unidades de tratamento de resíduos sólidos urbanos, consiste no teor calorífico intrínseco desses resíduos. No contexto brasileiro, em que os resíduos sólidos se constituem em boa parte de materiais orgânicos, com elevado teor de umidade, essa alternativa quase que sempre implica no uso intensivo de combustíveis complementares, fato esse que torna ainda mais cara a possibilidade concreta de sua utilização.

A maior desvantagem dos incineradores de resíduos sólidos consiste no fato de que as transformações químicas por que passam diversos desses resíduos em seu interior, estas são, em grande parte, incontroláveis, com a geração de gases potencialmente muito tóxicos (inclusive cancerígenos) que, caso os filtros destinados a sua captação não funcionem adequadamente (e durante todo o tempo de operação dos incineradores), são lançados na atmosfera com conseqüências imprevisíveis. Por um outro lado, caso esses filtros funcionem adequadamente, essas substâncias nocivas irão estar presentes, em alta concentração, nas lamas resultantes de seu processo de lavagem.

A publicação feita pela Comissão Nacional Suíça para a UNESCO, e traduzida por VELLOSO(1995), cita algumas vantagens e desvantagens da incineração:

Vantagens:

- pode ser utilizado para qualquer tipo de resíduo, e mesmo para alguns resíduos especiais (é possível ser utilizado sem necessidade da segregação intra-hospitalar);
- redução significativa de peso(até 15%) e volume(até 5%);
- se bem operado, os produtos finais são: cinza e gases;
- destrói organismos patogênicos e substâncias orgânicas;
- opera independentemente das condições meteorológicas;
- necessita de área proporcionalmente muito reduzida;
- eliminação das características repugnantes dos resíduos patológicos e de animais;
- evita o monitoramento do lençol freático a longo prazo, visto que os resíduos são destruídos e não guardados.

Desvantagens

- dificuldade de controle de efluentes gasosos, sendo que pode haver emissão de dioxinas;
- geram furanos, partículas metálicas, se o incinerador não for bem projetado e operado;
- dificuldade de operação e manutenção, exigindo pessoal especializado;
- dificuldade para queima de resíduos com umidade alta;
- exige grande investimento inicial;
- grandes investimentos em medidas de controle ambiental;
- variabilidade da composição dos resíduos pode resultar em problemas de manuseio de resíduo e operação do incinerador e, também exigir manutenção mais intensa;
- os resíduos hospitalares apresentam teores de enxofre e cloretos que podem produzir dióxido de enxofre e ácido clorídrico, na reação de combustão, tais produtos surgirão nos gases de combustão expelidos pela chaminé em incineradores imprópriamente projetados ou operados.

A FIGURA 11, ilustra o esquema de um incinerador, contendo desde a etapa de alimentação até a etapa de liberação dos gases já filtrados e as cinzas descontaminadas, para então, serem encaminhadas para o aterro sanitário.

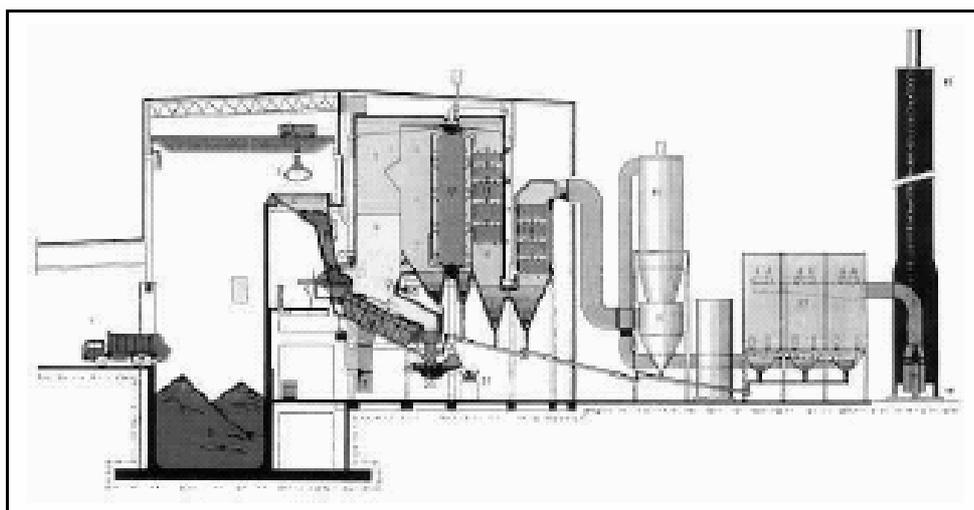


FIGURA 11: Esquema de um incinerador

Fonte: <http://www.geocities.com/reciclagem2000/main.htm>

2.3.5. Pirólise

A partir do final da década de 1960 iniciaram-se, particularmente nos Estados Unidos, estudos sistemáticos de utilização da pirólise como uma alternativa potencialmente interessante para o tratamento térmico de resíduos sólidos. A pirólise, neste caso específico, pode ser definida como sendo a decomposição química dos resíduos sólidos por calor, normalmente, na ausência de oxigênio. Vale salientar que o seu balanço energético é positivo, ou seja produz mais energia do que consome (LIMA, 1991).

A pirólise é um processo que tem como principal aplicação o tratamento e a destinação final do lixo, sendo energeticamente auto-sustentável não necessitando de energia externa, o que desperta uma grande atenção e a faz tão fascinante do ponto de vista científico e prático (MIRANTE, 2000).

Os resíduos que alimentam o reator pirolítico podem ser provenientes do lixo doméstico, do processamento de plásticos e industriais.

Segundo MIRANTE(2000), o processo consiste da trituração destes resíduos que deverão ser previamente selecionados, após esta etapa serão destinados ao reator pirolítico onde através de uma reação endotérmica ocorrerão as separações dos subprodutos em cada etapa do processo. O reator pirolítico possui três zonas específicas a saber:

- **zona de secagem:** onde os resíduos que irão alimentar o reator passam por duas etapas a pré-secagem e a secagem propriamente dita, nesta zona as temperaturas estão na ordem dos 100° a 150°C (vale lembrar que esta etapa é de suma importância, pois a umidade pode interagir negativamente com os resultados do processo);
- **zona de pirólise:** onde ocorrerão as reações propriamente ditas, sendo elas a volatilização, oxidação e a fusão, as temperaturas nesta fase variam de 150° a 1600°C, é onde são coletados os produtos (alcoóis, óleo combustível, alcatrão, etc);
- **zona de resfriamento:** nesta fase os resíduos gerados pelo processo são coletados no final do processo (cinzas e escórias).

A Pirólise é um processo que não pode substituir os aterros sanitários, mas pode diminuir em muito o volume de resíduos a eles enviados.

Existem vários reatores em operação com vários tipos de tecnologias aplicadas para a retirada de produtos do processo, entretanto, não se pode ainda dizer que todas as

variáveis envolvidas estejam devidamente sob controle, fato este que faz com que esse procedimento deva ser considerado como uma perspectiva para o futuro, que certamente poderá vir a mostrar-se adequado em situações específicas. Não obstante, é improvável que possa vir a ser genericamente utilizado, particularmente nos casos de sistemas de limpeza urbana de pequeno e/ou médio porte (MIRANTE, 2000).

A FIGURA 12, ilustra um esquema de reator pirolítico com suas várias zonas, processos internos, temperaturas alcançadas e sobras geradas a partir de seu funcionamento.

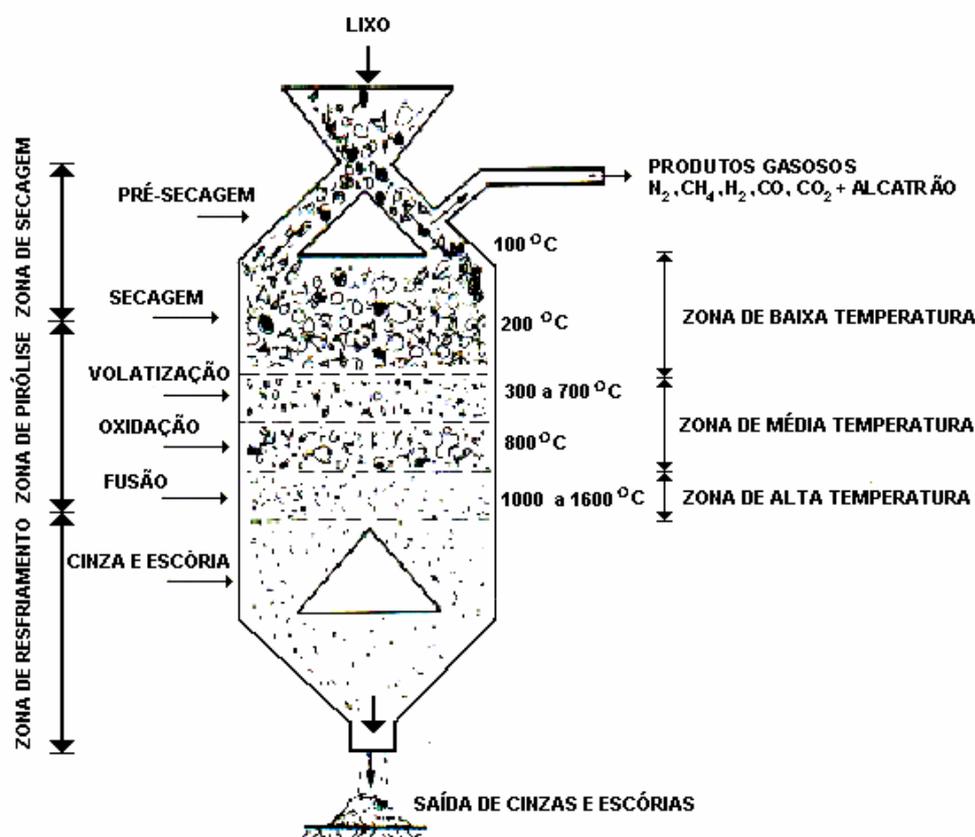


FIGURA 12: Esquema de um reator pirolítico

Fonte: <http://www.geocities.com/reciclagem2000/main.htm>

2.3.6. Autoclavagem

Segundo VELLOSO(2001), a autoclavagem pode ser definida como sendo um processo de esterilização e redução volumétrica, particularmente pela redução do teor de

umidade relativa, dos resíduos sólidos através da ação combinada de alta temperatura e alta pressão. Tal tipo de procedimento pode ser de elevado interesse no caso específico do tratamento preliminar de resíduos contaminantes, ou potencialmente contaminantes, gerados em unidades de atenção à saúde, de modo a reduzir o risco de seu manejo desde a fonte de geração até a instalação de destinação final (aterro sanitário).

Consiste no tratamento dos resíduos com vapor saturado, onde estes são expostos à temperatura de 121°C a 132°C durante 15 a 30 minutos para a destruição das bactérias, que ocorre pela termocoagulação das proteínas citoplasmáticas. Este método é largamente utilizado nos serviços de saúde, com o objetivo de esterilizar os artigos críticos e semi-críticos. No Brasil esta técnica está sendo utilizada, principalmente para os resíduos biológicos (BERTUSSI FILHO, 1994).

O tratamento de resíduos biológicos por autoclavagem é eficiente desde que os mesmos sofram uma preparação prévia para sua homogeneização, de maneira a permitir que o vapor consiga atingir toda sua superfície, sem que haja barreiras à propagação do calor (REGO, 1994).

É considerado por ZANON(1992), um método seguro de esterilização que pode ser usado para o lixo potencialmente infectante sem despesa adicional, e conforme a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental(CETESB, 1991), há orientação de que os resíduos hospitalares autoclavados deverão ser dispostos em aterros sanitários e jamais reciclados, uma vez que não há garantia no que se refere à destruição de patogênicos.

Segundo OROFINO(1996), as vantagens e desvantagem deste método estão resumidas da seguinte forma:

Vantagens:

- ser um sistema limpo, que não produz resíduos tóxicos ou contaminantes;
- pode ser realizada no próprio gerador;
- os resíduos depois de esterilizados, são considerados resíduos comuns;
- fácil instalação;
- hospitais familiarizados com a operação destas unidades;
- quando bem operado, apresenta bom grau de segurança na esterilização.

Desvantagens:

- os serviços de saúde no Brasil, não conseguem ter autoclaves em número suficiente para a esterilização de artigos críticos e semi-críticos, sendo que, muitas vezes utilizam-se de panelas de pressão convencionais para esterilizar estes materiais. Desta forma, seria inviável exigir, o uso do autoclave para tratamento de resíduos;
- baixa eficácia para resíduos de maior densidade como os anátomo-patológicos, animais contaminados e resíduos líquidos;
- os sacos plásticos utilizados para acondicionar os resíduos, dificulta a penetração do vapor, mesmo quando abertos. Por isto, o sistema exige embalagens especiais que permitam a passagem do vapor e não sofram alterações;
- exige pessoal altamente qualificado e treinado.

Em relação aos diversos sistemas de tratamento térmico de resíduos sólidos, incineração, pirólise e autoclavagem, cabe destacar que nenhum deles elimina totalmente esses resíduos; e que todos eles resultam em rejeitos, rejeitos esses que deverão ser convenientemente dispostos em aterros sanitários. Portanto, a instalação de aterros sanitários é indispensável, mesmo nos contextos em que seja viabilizada a implementação de quaisquer dentre os procedimentos de tratamento térmico.

2.3.7. Aterros Sanitários

Segundo MIRANTE(2000), Aterro Sanitário pode ser definido como sendo um processo para disposição de resíduos no solo, especialmente o lixo domiciliar, que utilizando normas técnicas de engenharia específicas, permite um confinamento seguro, no que diz respeito ao controle da poluição ambiental e de proteção ao meio ambiente. As vantagens desse tipo de estrutura para disposição final são várias, pois um aterro sanitário oferece todas as condições para que haja:

- uma disposição adequada dos resíduos em conformidade com as normas de engenharia e controle ambiental;
- uma grande capacidade de disposição diária dos resíduos gerados;
- oferecer razoáveis condições para que haja a decomposição biológica da matéria orgânica contida no lixo domiciliar;

- tratamento do chorume gerado pela decomposição da matéria orgânica, acrescido das precipitações pluviométricas;
- canalização do metano (CH_4), gás combustível e facilmente inflamável.

Outras destinações, porém menos adequadas sanitária e ecologicamente, são:

- **Lixões:** os resíduos são dispostos de forma inadequada, ou seja, são jogados sobre o solo não tendo assim nenhum tipo de tratamento, é portanto, o mais prejudicial ao meio ambiente é ao homem.
- **Aterros controlados:** a disposição dos resíduos é feita da mesma maneira que nos lixões, porém os resíduos são cobertos com material inerte ou terra, não existindo com tudo nenhum critério de engenharia ou controle ambiental.

Nos aterros sanitários, os resíduos sólidos são dispostos e compactados de maneira tal que sejam reduzidos ao menor volume possível, a fim de aumentar ao máximo a vida útil do aterro, viabilizando a amortização, no tempo, do investimento necessário para sua implantação.

Segundo VELLOSO(2001), os aterros sanitários devem ser concebidos e implantados de modo a que os resíduos neles dispostos permaneçam confinados, em um ambiente tanto quanto possível estanque, no qual possam ser adequadamente retidos e captados os efluentes - líquidos (chorume) e gasosos (biogás) - resultantes da decomposição (natural ou artificialmente acelerada) da parcela orgânica biodegradável dos mesmo resíduos. Uma vez captados, através de um sistema difuso e eficaz de drenagem, esses efluentes são conduzidos para unidades de tratamento, capazes de reduzi-los a formas tais que não se constituam em agentes poluidores quando finalmente sejam lançados no meio ambiente.

Os aterros sanitários têm sido considerados como grandes reatores biológicos, em que podem ocorrer, geralmente de forma não controlada, diversos e complexos fenômenos físicos e bioquímicos, de cuja ação decorre a geração de efluentes líquidos (chorume) e gasosos (biogás), potencialmente poluentes e causadores de diversos problemas sanitários e ambientais, caso não sejam devida e adequadamente coletados e tratados. O principal componente do complexo gasoso (biogás) gerado nos aterros (e/ou despejos a céu aberto) de resíduos é o metano (CH_4), gás facilmente inflamável (de elevado teor calorífico) e, eventualmente, explosivo (quando em ambientes confinados e em mistura com o oxigênio do ar em proporções favoráveis, entre 5% e 15%, em volume). Este fato tem feito com que, em diversas situações específicas, os aterros sanitários sejam considerados como

importantes fontes energéticas potenciais, cuja adequada exploração poderia contribuir consideravelmente para a amortização dos investimentos necessários para sua instalação e operação. Diversos experimentos e ações práticas foram desenvolvidos nesse sentido, particularmente nos Estados Unidos e a partir do início da década de 1970, quando ocorreu a primeira crise mundial de suprimento de petróleo (LIMA, 1991).

Segundo LIMA(2001), as pesquisas e experimentos práticos de recirculação controlada do chorume pelo maciço de aterros sanitários, tem-se mostrado como potencialmente capaz de, indiretamente, viabilizar a hipótese de exploração econômica do potencial energético do biogás dos mesmos, devido ao fato de que esse procedimento acelera e mantém sob relativo controle as condições do meio, no maciço desses aterros. Assim sendo, justificar-se-ia a montagem da infra-estrutura necessária tanto para promover a extração forçada do complexo gasoso, quanto para possibilitar seu beneficiamento, ou refino, com separação físico-química do metano e queima controlada dos demais componentes gasosos, inaproveitáveis ou nocivos para o fim pretendido.

Uma outra alternativa, nessa mesma linha de raciocínio, seria o aproveitamento do biogás no estado bruto, sem beneficiamento prévio, como fonte de combustível numa unidade de geração de energia elétrica (ou térmica) adjacente ao próprio aterro.

Segundo MIRANTE(2000), os aterros podem ainda ser classificados quanto ao tipo de técnica de operação:

- **Aterros de superfície:** os resíduos são dispostos em uma área plana sendo que, são dispostos em trincheiras ou rampas.
- **Aterros de depressões:** os resíduos são dispostos aproveitando as irregularidades geológicas da região, como: depressões, lagoas, mangues e ou pedreiras extintas.

A metodologia aplicada nos aterros sanitários basicamente segue a seguinte ordem:

1. **Levantamento de dados:** onde serão verificados os índices pluviométricos da região, e coletada informações gerais sobre os resíduos: tipo, densidade, peso específico, etc.
2. **Escolha do terreno:** será levado em consideração facilidade de acesso, e recursos hídricos que deverão ser preservados, recuperação da área escolhida, etc.
3. **Levantamento topográfico:** é de suma importância, pois será nesse item onde será calculada a capacidade da área escolhida, ou seja, a quantidade de resíduos gerados diariamente e a capacidade volumétrica da área, para se projetar qual será o tempo de vida útil do aterro.

4. **Levantamento geotécnico:** nesta fase leva-se-a em consideração os seguintes itens: constituição do solo, permeabilidade, capacidade de carga, nível do lençol freático, jazidas de material para a cobertura e densidade do solo.

Na execução do projeto podemos ter a seguinte ordem para a implantação do aterro:

1. execução de obras fixas;
2. preparo de vias de acesso;
3. preparo de área de emergência;
4. sistema de drenagem superficial de águas pluviais;
5. drenagem de líquidos percolados;
6. tratamento a captação de líquidos percolados;
7. sistema de embreagem e drenagem de gases;
8. um leito do aterro;
9. impermeabilização do solo;
10. preparo e formação das células de lixo;
11. preparo da cobertura final do aterro.

A FIGURA 13, ajuda na melhor exemplificação dos itens descritos acima, ilustrando os vários setores de um aterro sanitário:

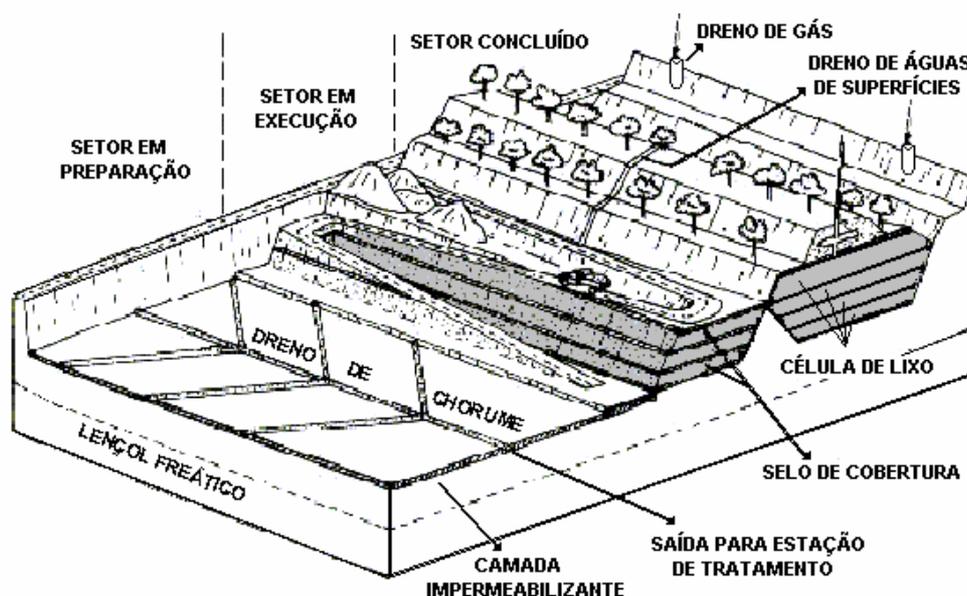


FIGURA 13: Esquema de um aterro sanitário

Fonte: www.planeta.coppe.ufrj.br/noticias/noticia000143.html

2.3.8. Reciclagem de Resíduos Plásticos

A reciclagem de plásticos começou a ser realizada pelas próprias indústrias, para o reaproveitamento de suas perdas de produção. Quando o material passou a ser recuperado em maior quantidade, separado do lixo, formou-se um novo mercado, absorvendo modernas tecnologias para possibilitar a produção de artigos com percentual cada vez maior de plástico reciclado. Além da questão ambiental, em termos econômicos, usando plástico reciclado, é possível economizar até 50% de energia, diminuir a quantidade de resíduos nos aterros sanitários aumentando sua vida útil (PLASTIVIDA, 2003).

Segundo o relatório do Fórum de Competitividade da Cadeia Produtiva dos Transformados Plásticos, apresentado em 25/10/01, é necessário a criação de condições favoráveis para o crescimento sustentável do uso de transformados plásticos e o fortalecimento de sua reciclagem. Para isso terão que ser implementadas ações como: a diminuição dos resíduos do processo produtivo, facilitação da reciclagem de sucatas do setor e aumento da coleta dos resíduos plásticos.

Os plásticos podem ser reciclados através de três métodos distintos: reciclagem energética, reciclagem química, reciclagem termoquímica e reciclagem mecânica.

a) Reciclagem Energética

A reciclagem energética consiste na recuperação da energia contida nos plásticos através de processos térmicos. A reciclagem energética distingue-se da incineração por utilizar os resíduos plásticos como combustível na geração de energia elétrica. Já a simples incineração não reaproveita a energia dos materiais. Além da economia e recuperação de energia, ocorre ainda uma redução de 70 a 90% da massa do material, restando apenas um resíduo inerte esterilizado. A energia contida em 1kg de plástico é equivalente à contida em 1kg de óleo combustível. Cerca de 15% da reciclagem de plásticos na Europa Ocidental é realizada via reciclagem energética. A usina de Saint-Queen (na França), assegura o suprimento de eletricidade para 70.000 pessoas com 15.400 megawatts/ano (PLASTIVIDA, 2003).

A FIGURA 14 apresenta um exemplo simplificado de um processo de reciclagem energética, onde tem-se a queima das embalagem pós-consumo, gerando alguns sub-

produtos, como os resíduos gasosos, as cinzas e a energia, que pode ser utilizada para aquecimento de água e/ou abastecer as residências de eletricidade.

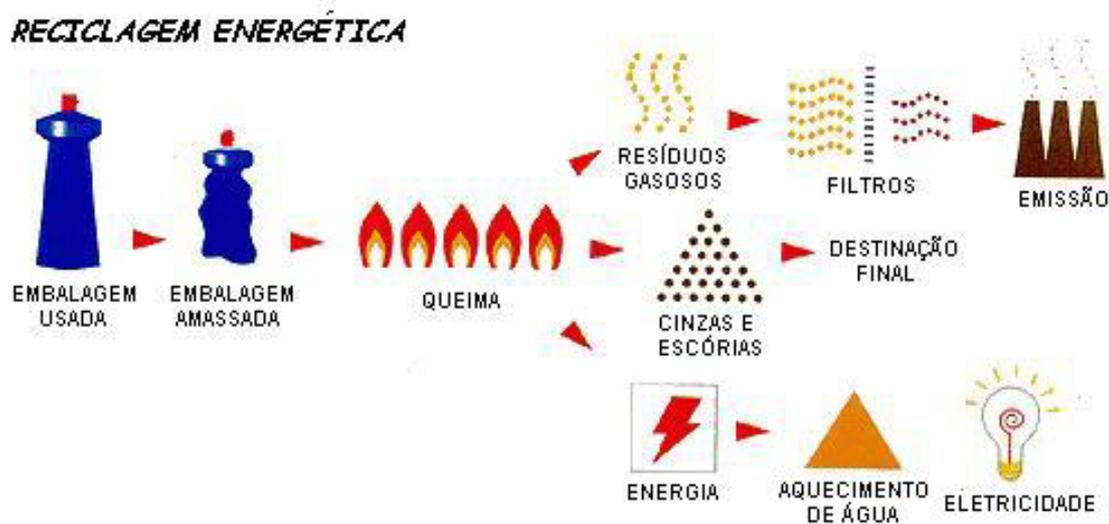


FIGURA 14: Fluxograma da reciclagem energética

Fonte: <http://www.plastivida.org.br/reciclando/energia.htm>

Na aplicação dos resíduos plásticos para a geração de energia, podem ser destacados os seguintes benefícios (PLASTIVIDA, 2003):

- Aumento do rendimento da incineração de resíduos municipais;
- O calor pode ser recuperado em caldeira, utilizando o vapor para geração de energia elétrica e/ou aquecimento;
- Testes em escala real na Europa comprovaram os bons resultados da co-combustão dos resíduos de plásticos com carvão, turfa e madeira tanto técnica e econômica como ambientalmente;
- A queima de plásticos em processos de reciclagem energética reduz o uso de combustíveis (economia de recursos naturais).

A recuperação energética dos plásticos como combustível é uma alternativa de fácil e rápida implementação, se forem considerados:

- A disponibilidade de tecnologias limpas para queima de descartes sólidos;
- A possibilidade de co-processamento com outros combustíveis, por exemplo, para queima em fornos de cimento;

A reciclagem energética é realizada em diversos países da Europa, EUA e Japão, pois utiliza equipamentos da mais alta tecnologia, cujos controles de emissão são rigidamente seguros e controlados, de modo a minimizar riscos à saúde ou ao meio ambiente (PLASTIVIDA, 2003).

b) Reciclagem Química

A reciclagem química reprocessa plásticos transformando-os em petroquímicos básicos: monômeros ou misturas de hidrocarbonetos que servem como matéria-prima em refinarias ou centrais petroquímicas, para a obtenção de produtos nobres de elevada qualidade. O objetivo é a recuperação dos componentes químicos individuais para reutilizá-los como produtos químicos ou para a produção de novos plásticos (PLASTIVIDA, 2003).

Novos processos estão sendo desenvolvidos de reciclagem química para permitir a reciclagem de misturas de plásticos diferentes, com aceitação de determinado grau de contaminantes (ex.: tintas, papéis, etc.).

A Quimólise é o processo utilizado geralmente para realizar a reciclagem química, e consiste na quebra parcial ou total dos plásticos em monômeros na presença de reagentes adequados para cada tipo de plástico. O PET e o NYLON são exemplos de plásticos que podem ser reciclados por esse processo.

c) Reciclagem Termoquímica

A reciclagem termoquímica é um processo de reciclagem que tem como principal “reagente” o calor. As técnicas mais utilizadas neste tipo de reciclagem são (PLASTIVIDA, 2003):

- **Hidrogenação:** As cadeias são quebradas mediante o tratamento com hidrogênio e calor, gerando produtos capazes de serem processados em refinarias.
- **Gaseificação:** Os plásticos são aquecidos com ar ou oxigênio, gerando-se gás de síntese contendo monóxido de carbono e hidrogênio.

- **Pirólise:** É a quebra das moléculas pela ação do calor na ausência de oxigênio. Este processo gera frações de hidrocarbonetos capazes de serem processados em refinarias.

d) Reciclagem Mecânica

A reciclagem mecânica consiste na conversão dos descartes plásticos pós-industriais ou pós-consumo em grânulos que podem ser utilizados na produção de outros produtos como: sacos de lixo, solados, pisos, conduítes, cadeiras, mangueiras, componentes de automóveis, fibras, embalagens não-alimentícias e outros. Essa reciclagem possibilita a obtenção de produtos a partir de misturas de diferentes plásticos em determinadas proporções, ou produtos compostos por um único tipo de plástico. Estima-se que no Brasil sejam reciclados mecanicamente 15% dos resíduos plásticos pós-consumo (PLASTIVIDA, 2003).

A correta identificação dos plásticos, tem um papel muito importante, pois possibilita a separação dos mesmos, evitando combinações de plásticos incompatíveis para algumas aplicações, como por exemplo: PS e poliolefinas, PVC e PET.

As etapas básicas desta forma de reciclagem são:

- Sistema de coleta dos descartes (coleta seletiva, coleta municipal, catadores);
- Separação e triagem dos diferentes tipos de plásticos;
- Moagem e limpeza para retirada de sujeiras e restos de conteúdos;
- Revalorização (produção do plástico granulado).

A FIGURA 15, apresenta um fluxograma generalizado da reciclagem mecânica, que consiste na trituração e lavagem de embalagens pós-consumo, revalorização e transformação em novos produtos.



FIGURA 15: Fluxograma da reciclagem mecânica

Fonte: <http://www.plastivida.org.br/reciclando/mecan.htm>

Etapas da reciclagem mecânica dentro de uma indústria recicladora:

Separação: é a etapa inicial, na qual os materiais são dispostos sobre uma esteira, conforme FIGURA 16, onde diferentes tipos de plásticos são separados, de acordo com a identificação ou com o aspecto visual. Nesta etapa são separados também rótulos de materiais diferentes, tampas de garrafas e produtos compostos por mais de um tipo de plástico, embalagens metalizadas, grampos, etc. Por ser uma etapa geralmente manual, a eficiência depende diretamente da prática das pessoas que executam esta tarefa. Outro fator determinante da qualidade é a fonte do material a ser separado, sendo que aquele oriundo da coleta seletiva é mais limpo em relação ao material proveniente dos lixões ou aterros.



FIGURA 16: Separação dos plásticos recicláveis na esteira

Fonte: http://www.petromix.com.br/reci_plast.htm

Moagem: Após separados os diferentes tipos de plásticos, estes são moídos e fragmentados em pequenas partes, para facilitar a limpeza e poderem passar para a etapa de aglutinação e/ou extrusão. Como mostra a FIGURA 17.

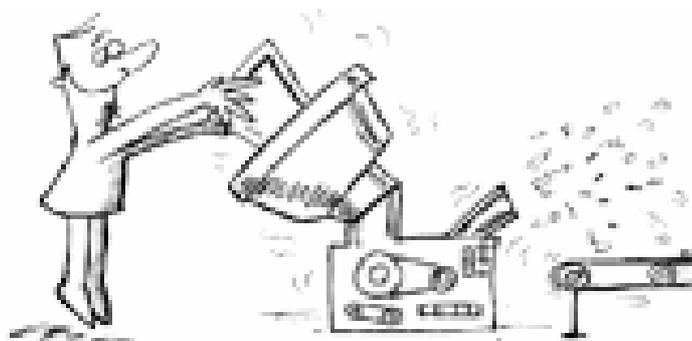


FIGURA 17: Moagem dos plásticos selecionados

Fonte: http://www.petromix.com.br/pross_reci.htm

Lavagem: Após moído, o plástico passa por uma etapa de lavagem com água para a retirada dos contaminantes. É necessário que a água de lavagem receba um tratamento para a sua reutilização ou emissão como efluente. Verificar FIGURA 18.



FIGURA 18: Lavagem dos plásticos moídos

Fonte: http://www.petromix.com.br/pross_reci.htm

Secagem: Após o plástico moído e lavado, é preciso passar por um processo de secagem de forma a reduzir ao mínimo a quantidade de água no material, como ilustrado na FIGURA 19, para evitar interferência no processo de reciclagem de certos plásticos.

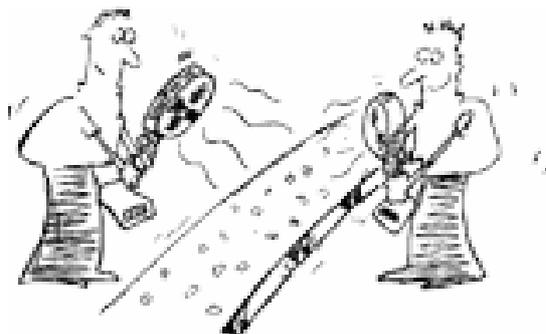


FIGURA 19: Secagem dos plásticos moídos

Fonte: http://www.petromix.com.br/pross_reci.htm

Aglutinação: Além de completar a secagem, o material é compactado, reduzindo-se assim o volume que será enviado à extrusora. O atrito dos fragmentos contra a parede do equipamento rotativo provoca elevação da temperatura, levando à formação de uma massa plástica. O aglutinador também é utilizado para incorporação de aditivos - como cargas, pigmentos e lubrificantes. Esse processo é aplicado para filmes ou produtos finos como copos descartáveis. A FIGURA 20 ilustra um aglutinador.

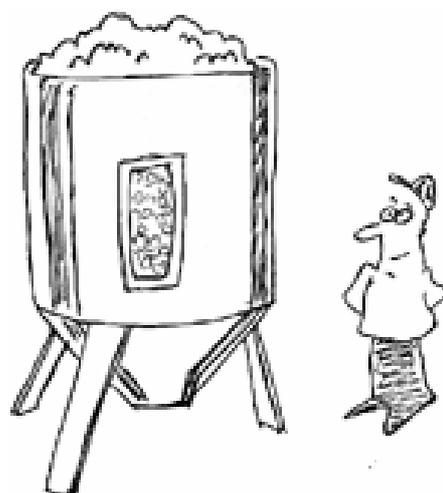


FIGURA 20: Aglutinação dos plásticos moídos e secos

Fonte: http://www.petromix.com.br/pross_reci.htm

Extrusão: Como já comentado, a extrusora funde e torna a massa plástica homogênea. Na saída da extrusora, encontra-se uma matriz, do qual sai um "espaguete" contínuo, que é resfriado com água. Em seguida, o "espaguete" é picotado em um granulador e

transformado em pellet (grãos plásticos), conforme FIGURA 21, e que são utilizados como matéria-prima na indústria de transformação. Nas indústrias recicladoras que produzem tubos, a matriz da extrusora é diferenciada.

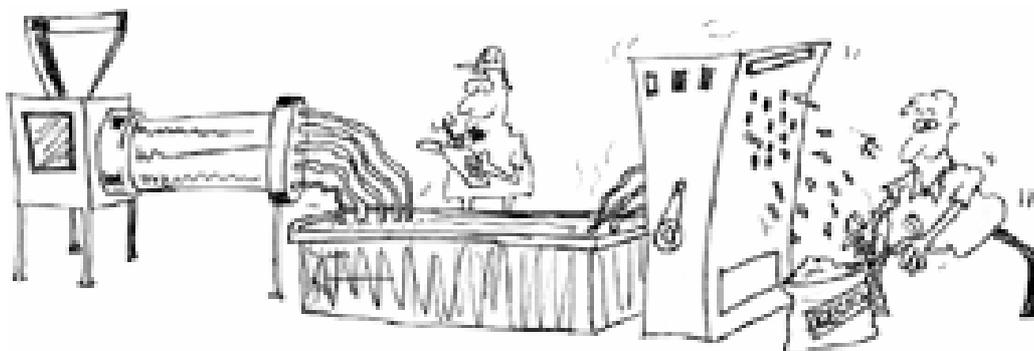


FIGURA 21: Extrusão e granulação dos plásticos secos

Fonte: http://www.petrolix.com.br/pross_reci.htm

A maior limitação para a reciclagem de plásticos é a diversidade das resinas com que são produzidos, o que pode criar problemas na hora do reaproveitamento industrial. Sem experiência a identificação de algumas delas é difícil a olho nu, boa parte dos métodos de seleção utiliza a observação do material durante a queima, entre outros. O setor que reúne os fabricantes sugere uma padronização com símbolos e códigos para facilitar a identificação. Para facilitar a separação dos materiais plásticos para a reciclagem, o tópico a seguir apresentará alguns métodos de identificação dos polímeros.

d) Métodos para Identificação dos Plásticos

Existe no mercado uma gama de polímeros com as mais diversas aplicações, sendo alguns deles de difícil identificação a olho nu. Para facilitar a identificação, se faz necessário a utilização de técnicas que ajudem no processo de seleção dos resíduos plásticos. Serão apresentados a seguir alguns métodos para auxiliar na separação, facilitando o reprocessamento, além de agregar mais valor aos materiais recicláveis comercializados.

De acordo com MANRICH(1997), o procedimento de identificação consiste em três etapas:

Etapa 1: localizar na peça de plástico o código de identificação, geralmente o símbolo é estampado na parte de baixo da embalagem. Se a sigla do polímero aparecer abaixo do triângulo(símbolo do polímero), este é diretamente identificado. Se houver apenas o número dentro do triângulo, é possível identificar o polímero consultando a FIGURA 22. No caso de não existir a inscrição na peça, deve-se empregar o procedimento de identificação da etapa 2.

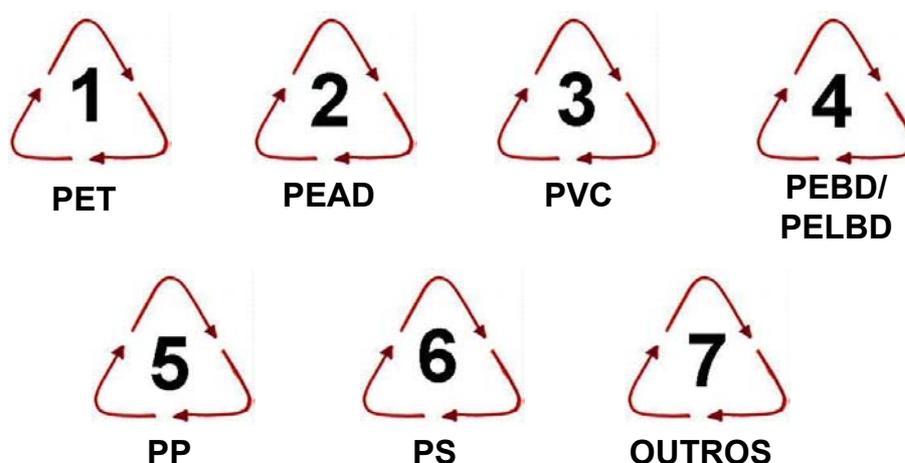


FIGURA 22: Simbologia dos polímeros

Fonte: Arquivo do autor

Etapa 2: Quando a embalagem plástica não apresentar nenhum símbolo, recorre-se a TABELA 7, que apresenta o polímero mais provável de acordo com o tipo da embalagem.

TABELA 7: Polímeros mais prováveis utilizados na fabricação das embalagens

Embalagem	Aplicação	Polímero mais provável*
Garrafas ou frascos	Refrigerante	PET
	Materiais de limpeza e higiene pessoal	PEAD, PP, PVC PET, PVC
	Óleo de cozinha	PET, PP, PVC
	Água mineral	PP, PVC
	Vinagre	PEAD, PSAl, PP
	Iorgute	
Potes, vasilhas ou bandejas	Margarina	PSAl, PP
	Iorgute	PEAD, PSAl, PP
	Doces e bombons	PET, PP, PS, PVC
	Copos descartáveis	PS, PP
	Hortifrutigranjeiros	PS, PVC
	Baldes e bacias	PEAD
Tubos e condutores	Tubos para água e esgoto	PVC, PEAD e PP
	Fios e cabos elétricos	PVC, PEBD e PP
Tampas	Refrigerante	PP
	Materiais de limpeza e higiene pessoal	PEAD, PP PEAD, PP
	Óleo de cozinha	PEBD
	Vinagre	PSAl, PP
	Iorgute	PSAl, PP
	Margarina	PEBD, PEAD, PP
	Água mineral	PEAD, PSAl, PP, PS
	Doces e bombons	

Fonte: MANRICH(1997)

*Estes são os materiais mais prováveis, embora seja possível que as embalagens sejam feitas de outros materiais.

TABELA 7: continuação

Sacolas e sacos	Sacolas de supermercado	PEAD, PP
	Sacos de lixo	PEBD, PVC
Filmes**	Saquinhos de hortifrutigranjeiros	PEBD, PELBD, PEAD, PP
	Bolachas, biscoitos, salgadinhos	PELD, PELBD, PP

Fonte: MANRICH(1997)

*Estes são os materiais mais prováveis, embora seja possível que as embalagens sejam feitas de outros materiais.

Etapa 3: Conhecendo-se os polímeros de utilização mais prováveis nas embalagens mais comuns, deve-se realizar a identificação comparando as características e propriedades desses polímeros. Podem ser destacadas 8 características, que ajudarão para uma melhor identificação dos materiais.

Transparência:

No caso da embalagem ser transparente, pode ter sido produzida a partir de PET, de PP, de PVC, de PEBD ou de PS. Exemplos: garrafas de refrigerante(PET), invólucro de maço de cigarros(PP), frascos de vinagre(PVC) e bandejas de alimentos(PS).

Se a embalagem for translúcida ou opaca, o polímero utilizado poderá ser PEAD, PP, PS, PEBD ou de PET. Exemplo: frascos de amaciante de roupas(PEAD), garrafas de água mineral(PP), frascos de iogurte(PS), frascos de desodorante(PEBD) e potes de cosméticos(PET).

Embranquecimento:

Uma maneira de se diferenciar os plásticos é avaliando o embranquecimento quando o material é dobrado. Os plásticos que exibem embranquecimento na dobra são o PP, o PS, o PS, o PS e o PVC. Exemplos: pote de doce(PP), frasco de yakult(PS), bandeja de alimentos(PS) e frascos de vinagre(PVC). Os outros polímeros normalmente não exibem essa característica.

Dureza:

Quando uma peça puder ser riscada com a unha do dedo, provavelmente o material é PEBD ou PEAD. Exemplos: tampas flexíveis(PEBD) e frascos de detergente(PEAD). Os outros materiais são mais duros que a unha e não é possível riscá-los dessa forma.

Dobradiça:

Existem alguns tipos de tampa que possuem um dispositivo que abre e fecha a embalagem, prendendo a tampa ao frasco, como nas tampas dobráveis de frascos de xampu. Neste caso, uma maneira rápida de se identificar o material é verificar se a peça possui o que se chama de dobradiça, pois o mais provável material que suporta esse esforço é o PP.

Queima:

Queimando um material plástico, podem ser verificadas, através da chama e da fumaça expelidas, algumas características específicas. Estas características são odor da fumaça, a cor da chama e se a chama apaga quando retirada à fonte de combustão, como mostra a TABELA 8.

TABELA 8: Identificação dos plásticos pela queima

Resina	Cor de Chama	Na Queima	Odor	Ponto de Fusão(°c)	Densidade
PET	Chama amarela; fumaça centelhas.	-	Adocicado	255	1,38-1,41
PEAD	Chama azul; vértice amarelo.	Pinga como vela	Cheiro de vela	130	0,94-0,98
PVC rígido	Chama amarela; vértice verde.	Chama auto extingüível	Cheiro de cloro	210	1,38-1,45
PVC flexível	Chama amarela; vértice verde.	Chama auto extingüível	Cheiro de cloro	150	1,19-1,35
PEBD	Chama azul; vértice amarelo.	Pinga como vela	Cheiro de vela	105	0,89-0,93
PP	Chama azul; vértice amarelo.	Pinga como vela	Cheiro agressivo	165	0,85-0,92
PS	Chama amarela; crepita ao queimar; fumaça fuliginosa carbono.	Amolece e pinga	-	230	1,04-1,08

Fonte: PETROMIX – Indústria recicladora de plásticos(2003)

Densidade:

Em relação à água, existem polímeros mais densos e menos densos. PSE, PEAD, PEBD, PELBD e PP são menos densos que a água e portanto flutuam. PSAI, PET, PS, PVC são mais densos e, quando colocados em água, afundam. A TABELA 8 apresenta o valor da densidade para os principais polímeros termoplásticos.

Para a realização deste teste é necessário cortar um pequeno pedaço da amostra e eliminar toda sujeira e possíveis bolhas de ar.

Teste de Halogênios (Teste de Beilstein):

Este teste é realizado para identificar polímeros que contenham átomos de halogênios. O polímero mais comum que contém halogênios é o PVC, que contém cloro. O teste consiste em aquecer um fio de cobre até ficar incandescente, depois encostá-lo no material a ser identificado e colocá-lo novamente na chama. Caso haja a formação de uma chama verde, mesmo que momentânea, o material possui um halogênio.

Maleabilidade:

O teste deve ser realizado flexionando ou apertando a embalagem. Este teste auxilia na diferenciação entre o PEBD, que é mais maleável, das menos maleáveis PEAD e PP.

Barulho:

Esse teste é realizado para separar polímeros em forma de filme. Quando apertados ou amassados, filmes de PP, PEAD e celofane emitem som característico de papel celofane, que é estridente. Filmes de PEBD, PELBD e PVC não emitem este som quando amassados.

Com o objetivo de facilitar a Etapa 3, sugere-se nas FIGURAS 23, 24, 25 e 26, quatro fluxogramas de testes à serem seguidos para alguns tipos de aplicações dos plásticos. Antes da realização dos testes conforme essa sequência, devem ter sido realizadas as Etapas 1 e 2.

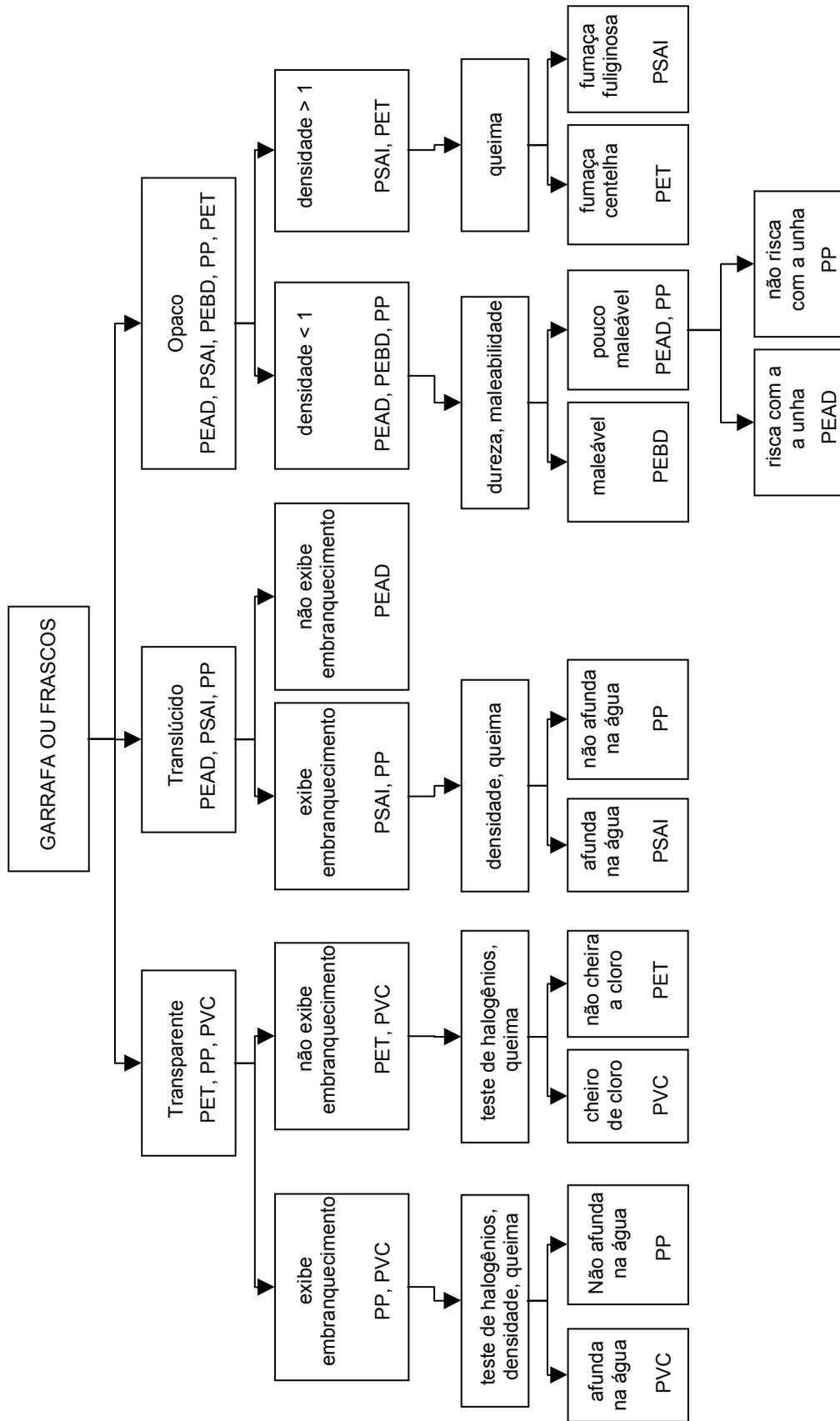


FIGURA 23: Fluxograma de identificação de polímeros no caso de garrafas ou frascos

Fonte: Adaptado de MANRICH(1997)

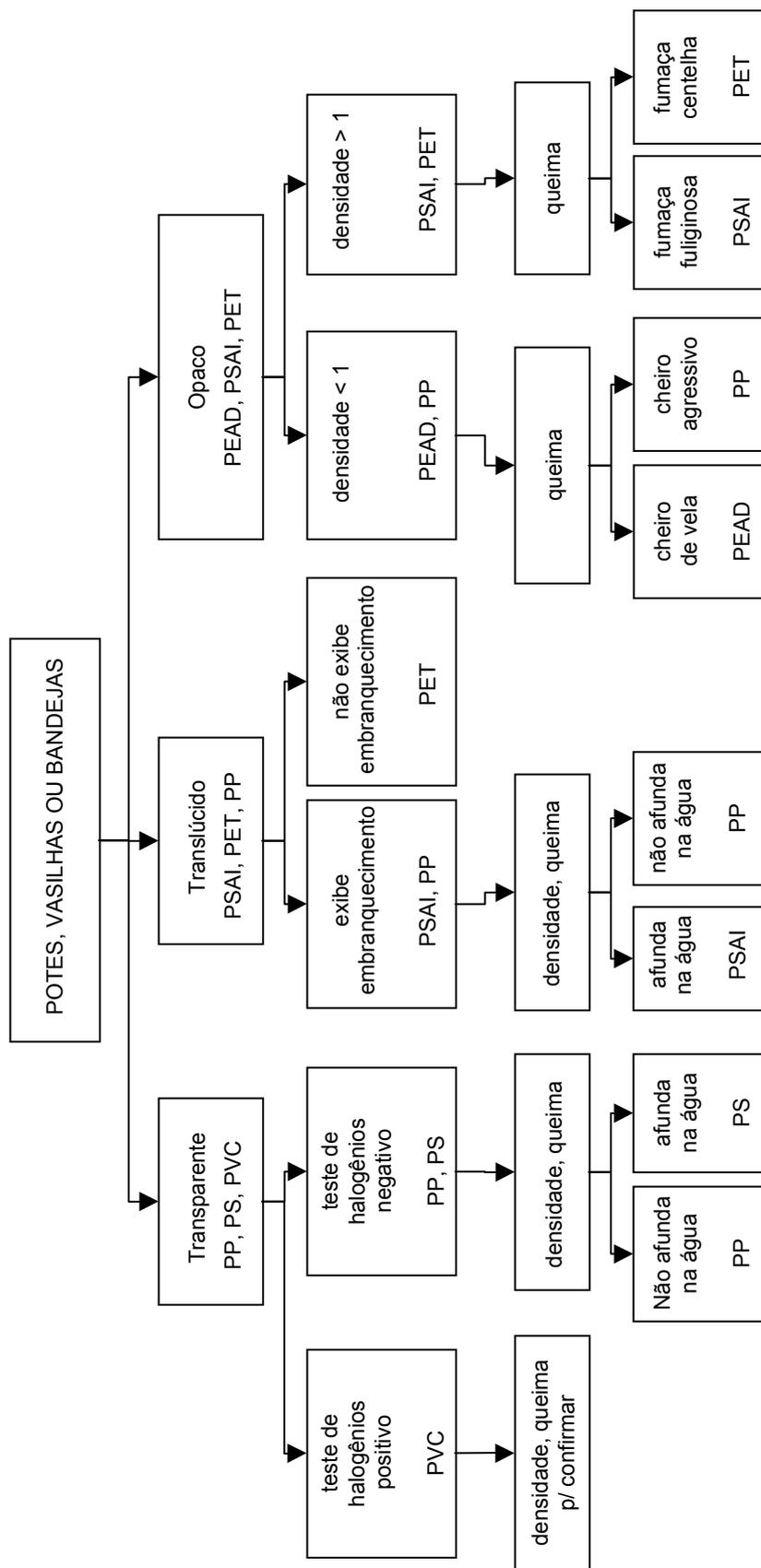


FIGURA 24: Fluxograma de identificação de polímeros no caso de potes, vasilhas ou bandejas

Fonte: Adaptado de MANRICH(1997)

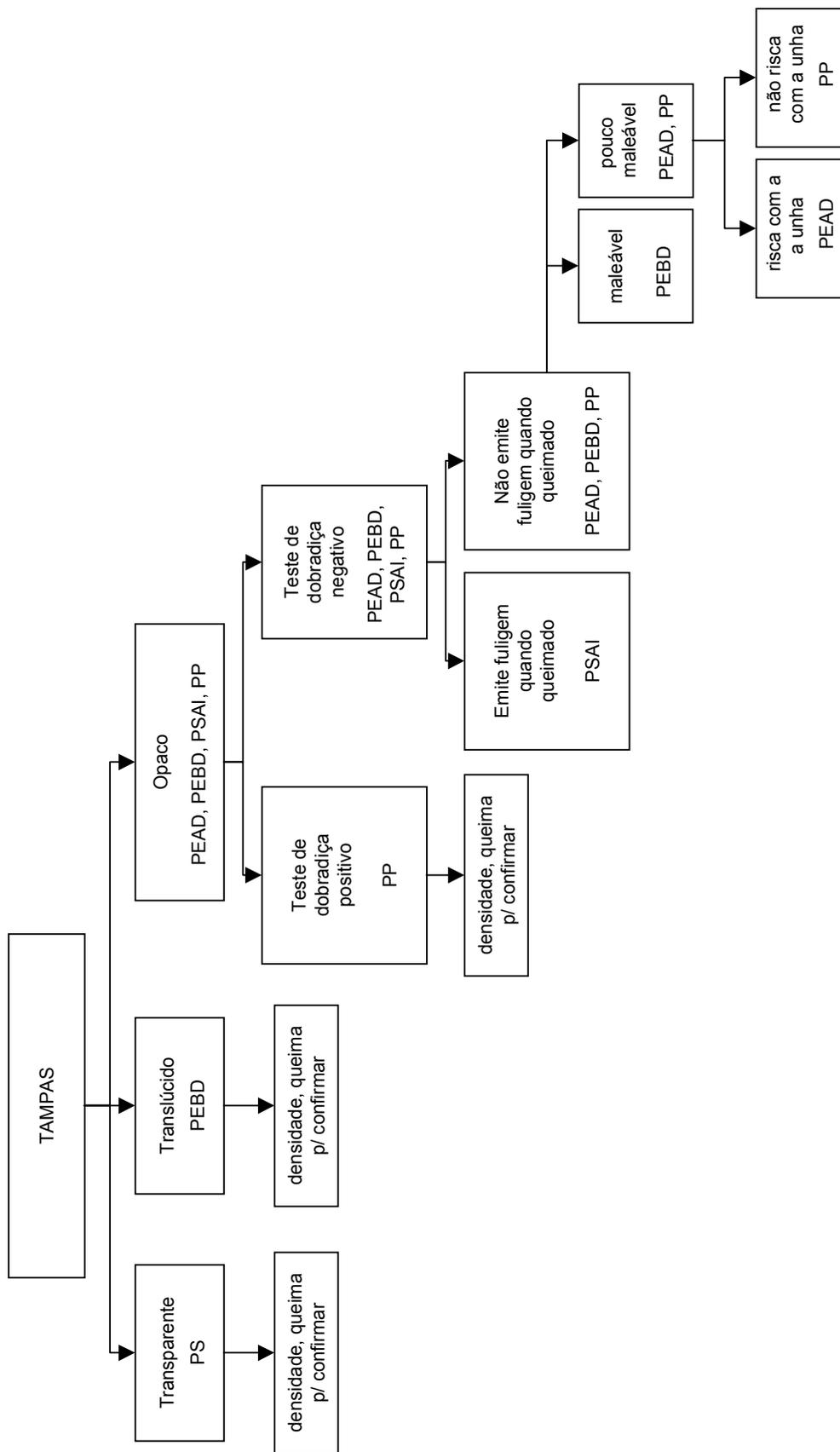


FIGURA 25: Fluxograma de identificação de polímeros no caso de tampas

Fonte: Adaptado de MANRICH(1997)

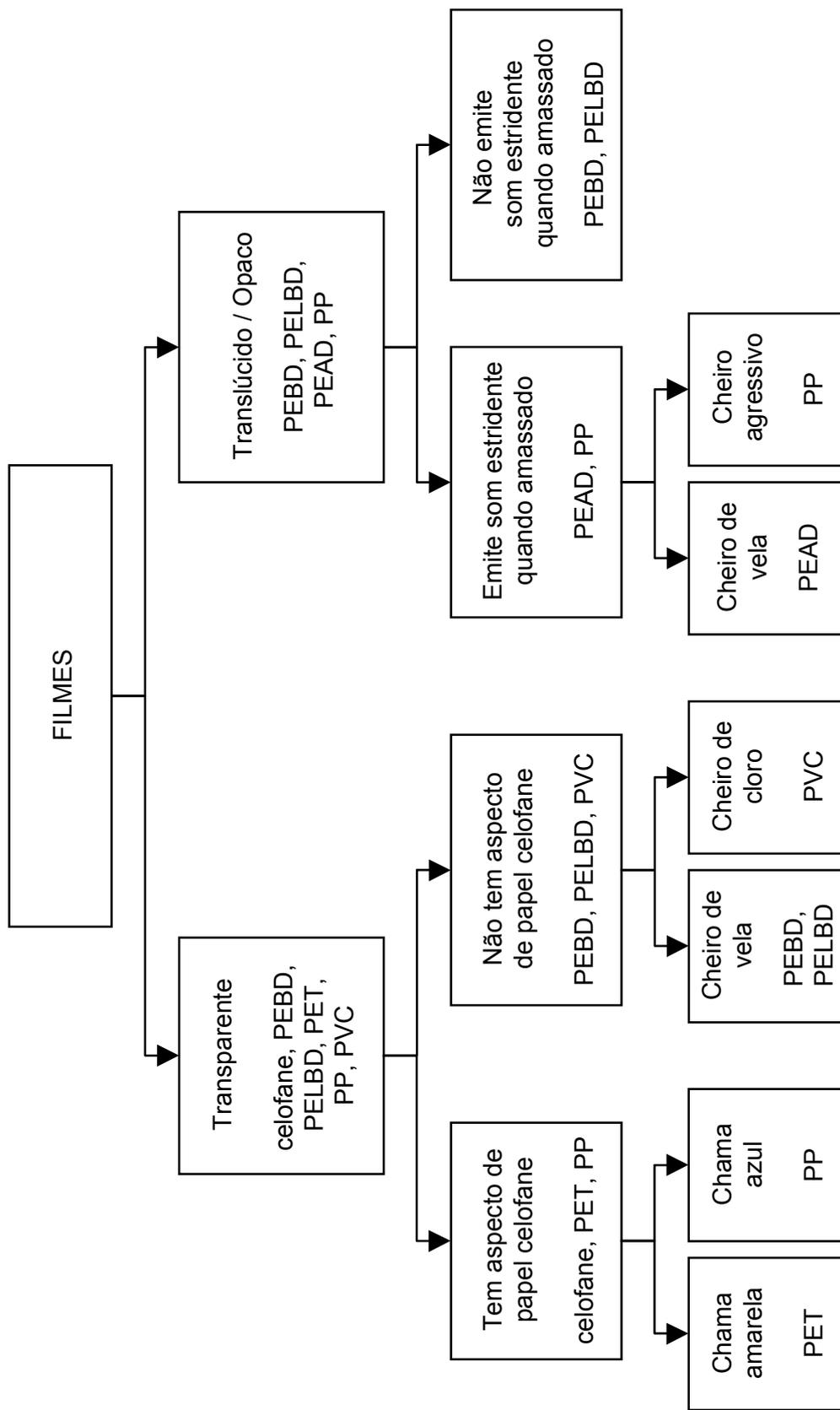


FIGURA 26: Fluxograma de identificação de polímeros no caso de filmes

Fonte: Adaptado de MANRICH(1997)

Quando o material plástico não se enquadrar nas categorias de garrafas, frascos, potes, vasilhas, bandejas, tampas ou filmes, não há uma sequência específica de testes à realizar. Em alguns casos, as técnicas de identificação, anteriormente descritas, dificilmente possibilitam diferenciar PP de PEAD. Caso seja estritamente necessário separar esses dois materiais, recomenda-se o uso da técnica de caracterização por calorimetria, onde é detectado o ponto de fusão do material.

Completando-se a sequência das metodologias, é praticamente certa a identificação da amostra polimérica, principalmente tratando-se de um resíduo sólido urbano.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Neste capítulo será dada a base metodológica para o trabalho, onde para isso, será descrito o modelo de gestão pela produtividade sistêmica e seus objetivos. Será apresentada a ferramenta utilizada para operacionalização do modelo. Também serão descritos a relação da produtividade sistêmica nas cadeias produtivas e as informações gerais sobre o Projeto Reciclando. Além de apresentar a conceituação de método, a técnica de pesquisa utilizada para estudo, definição da área geográfica de estudo e as fontes de dados utilizadas.

3.1. Conceito de Método

O método é o conjunto de atividades sistemáticas e racionais que, da melhor maneira possível, permite alcançar os objetivos propostos, conhecimentos válidos e verdadeiros, determinando a rota a ser seguida, permitindo detectar erros e auxiliando as decisões do pesquisador (LAKATOS e MARCONI, 1991). O método, como caminho para chegar a um fim, se caracteriza por uma abordagem mais ampla dos fenômenos na natureza e na sociedade. Para que um conhecimento possa ser considerado científico é necessário identificar o método que permita chegar a esse conhecimento. O método depende do tipo de objeto a investigar. Assim sendo, a Física não utiliza o mesmo método da Sociologia, e esta não aplica o mesmo método da Matemática (GIL, 2000).

3.2. Métodos de Abordagem

Enquanto o método geral é aplicado a qualquer trabalho científico, o método de abordagem é uma adequação do método geral aos diferentes campos do conhecimento humano (SANTOS e PARRA FILHO, 1998). Incluem-se nesse grupo os métodos dedutivo, indutivo, dialético e hipotético-dedutivo.

3.2.1. Método Indutivo

A indução é um processo por intermédio do qual, partindo de dados particulares, suficientemente confirmados, infere-se uma verdade geral. Os pesquisadores valem-se atualmente de vários procedimentos de natureza indutiva, sobretudo da observação, da comparação e do uso de procedimentos estatísticos, como ferramentas indispensáveis para alcançar o conhecimento científico. Devido a sua influência é que foram definidas técnicas de coleta de dados e elaborados instrumentos capazes de mensurar os fenômenos sociais (LAKATOS e MARCONI, 1991)

3.2.2. Métodos Práticos para a Investigação

Segundo (MERA, 2003), estes métodos tratam dos aspectos mais concretos e menos abstratos da investigação científica. Em geral são utilizados, combinados e são restritos em termos de explicação dos fenômenos. Os métodos mais utilizados são: o observacional, comparativo, estatístico, monográfico, experimental, histórico e o econométrico. A seguir são descritos os métodos utilizados pelo presente trabalho.

- **Método observacional**

O método observacional tem como base a observação, fundamenta-se em procedimentos de natureza sensorial, ver e escutar, é por isso mesmo, o método básico de investigação nas ciências empíricas.

- **Método comparativo**

O método comparativo consiste em ressaltar similitudes e diferenças entre indivíduos, classes, comunidades, instituições, fenômenos ou fatos. Permite o estudo comparativo de grupamentos sociais. Possibilita também a comparação temporal do desenvolvimento econômico de uma região ou setor de atividade.

- **Método monográfico**

Este método tem como fundamento o estudo aprofundado de um caso representativo de muitos outros considerados semelhantes. Esses caso podem ser indivíduos, instituições, grupos, comunidades, profissões, projetos, entre outros.

3.3. Técnica de Pesquisa

- **Estudo de Caso**

Um estudo de caso permite o conhecimento minucioso do objeto de estudo. Fundamenta-se na idéia de que esta análise possibilita a compreensão da generalidade do mesmo e o estabelecimento das bases para uma investigação mais integrada e exata.

NOCETTI(1971) indica alguns critérios para selecionar os casos em que se deseja fazer o estudo de caso. São eles: buscar casos típicos, selecionar casos extremos para tentar fornecer os limites dentro dos quais as variedades podem oscilar, e tomar casos marginais (atípicos) para se tentar detectar as causas do desvio.

O objetivo essencial do estudo de caso é a obtenção de informação minuciosa e confiável sobre o funcionamento de uma realidade.

Visando alcançar o intuito citado acima, este trabalho irar estudar o caso da Cadeia Produtiva dos Resíduos Plásticos Recicláveis do Projeto Reciclando – Fortaleza/CE.

3.4. Área Geográfica de Estudo

Segundo o IPLANCE(2000), o Município de Fortaleza está localizado dentro da Mesorregião Metropolitana de Fortaleza ou Microrregião 16, tem como área de 313,8 km², população de 1.967.365 habitantes e densidade demográfica de 6.269,49(hab/km²).

Possui como limites:

Norte: Oceano Atlântico;

Sul: Maracanaú, Pacatuba e Euzébio;

Leste: Aquiraz e o Oceano Atlântico;

Oeste: Caucaia.

O contingente populacional da Capital representa 29% do total do Estado do Ceará, resultante do fluxo migratório do campo para a capital, na busca de oportunidade de emprego.

- **Justificativa da Escolha da Área Geográfica**

A escolha da área geográfica deve-se ao fato de que o objeto de estudo desta dissertação, a Cadeia Produtiva do Projeto Reciclando, funciona em todo município de Fortaleza.

3.5. Fontes dos Dados

- **Pesquisa Bibliográfica**

Para a realização do estudo foram utilizados como base de pesquisa bibliográfica: livros, dissertações, revistas, jornais, páginas de conteúdo na internet, além de documentos produzidos por as entidades como: Associação Brasileira dos Fabricantes de Embalagens PET(ABIPET), Associação Brasileira das Indústrias Plásticas(ABIPLAST), Associação Técnica Brasileira das Indústrias Automáticas de Vidro(ABIVIDRO), Compromisso Empresarial para a Reciclagem(CEMPRE), Centro de Reciclagem do Ceará(CRC), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística(IBGE), Fundação Instituto de Pesquisa e Informação do Ceará(IPLANCE), Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas(SEBRAE), Sindicato das Empresas Recicladoras do Ceará(SINDIVERDE) e Universidade Federal do Ceará(UFC).

- **Pesquisa Oral**

Para a busca de informações primárias, foi necessário para o estudo a realização de entrevistas com roteiros semi-estruturados junto às indústrias recicladoras, visitas aos centros comunitários para conversar com os coordenadores, verificar in-loco a situação que se encontravam os centros e conversar com os agentes recicladores envolvidos no projeto.

3.6. Gestão Pela Produtividade Sistêmica

A produtividade, no sentido amplo, ainda não foi exaustivamente discutida no Brasil. Mesmo o Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade lançado em 1990 e relançado em 98 pelo Presidente Fernando Henrique Cardoso, se concentrou muito mais em qualidade do que em produtividade, no sentido que esta palavra tem no resto do mundo hoje.

Segundo FAYET(2002), até os dias de hoje, os conceitos relacionados a produtividade, vêm sendo largamente utilizados. Porém, com o aumento crescente de competição no mercado globalizado, com os problemas contínuos de emprego e renda, com a preocupação em distribuição justa de resultados como fator de desenvolvimento social e a preocupação com os recursos naturais que, muitas vezes, vêm sendo utilizados como se fossem inesgotáveis, o modelo de produtividade, no sentido restrito, não vem se mostrando adequado.

Para atender a esta nova realidade, modelos mais amplos de produtividade, que incluem o desenvolvimento econômico e social, começaram a ser estudados e desenvolvidos. Considerando a teoria geral dos sistemas (TGS) de BERTALANFFY(1973), a teoria da contingência, o conhecimento de outras áreas como antropologia, sociologia, modelos sistêmicos de gestão, prêmios de excelência, sistemas de produção e logística, capital intelectual das organizações, etc, chegou-se a proposta de um modelo que foi considerado adequado à realidade das organizações públicas e privadas no Brasil, bem como a qualquer tipo de comunidade, seja qual for a divisão geopolítica que se faça. Denomina-se este modelo de GESTÃO PELA PRODUTIVIDADE SISTÊMICA(GPS). A FIGURA 27, que é uma analogia à Casa da Qualidade, apresenta de forma resumida como foi gerado o modelo de GPS.

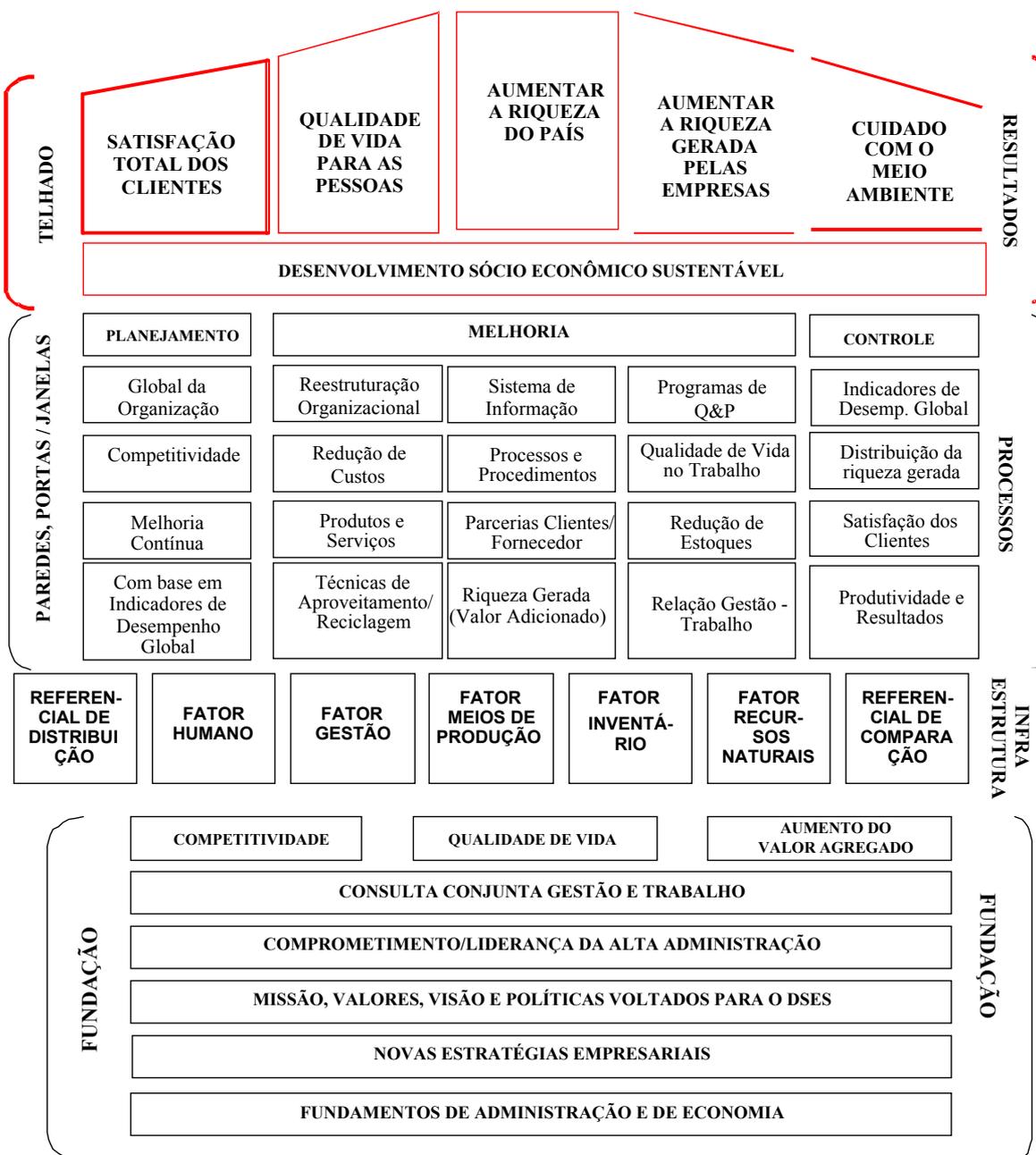


FIGURA 27: Casa da Qualidade

Fonte: GANTZEL(1996)

O conceito amplo da Produtividade Sistêmica, conforme mostrado na FIGURA 28, tem uma abordagem integrada que visa, acima de tudo, a sinergia e a dinâmica dos fatores: pessoas, recursos naturais, inventário, meios de produção e gestão e dos referenciais: comparação de resultados (benchmarking) e distribuição do valor adicionado. Ou seja, considera também, além do desempenho de uma economia, que os aspectos sociais e ambientais são imprescindíveis para a qualidade de vida e de trabalho de todos os cidadãos.

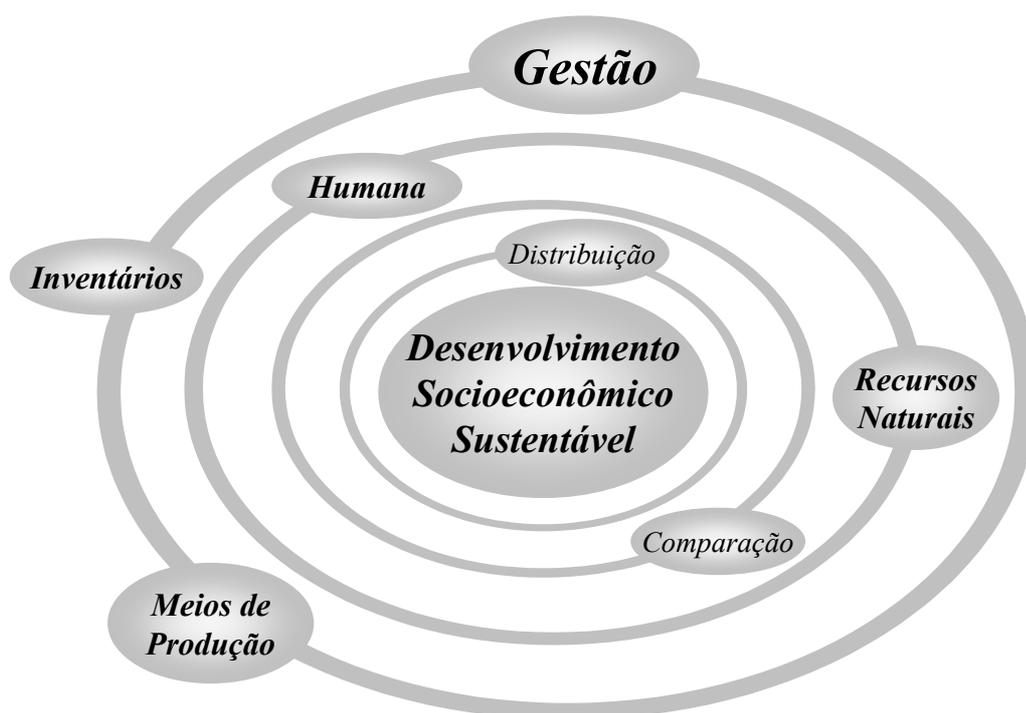


FIGURA 28: A sinergia da Produtividade Sistêmica

Fonte: SMITH(1993)

O objetivo básico da Produtividade Sistêmica é maximizar os resultados do sistema, otimizando de forma eficiente e efetiva, a utilização de todos os fatores que fazem parte desse mesmo sistema (SMITH, 1993).

a) Fatores do Modelo de Gestão pela Produtividade Sistêmica

De acordo com FERREIRA(1997), a produtividade sistêmica trabalha com 5 fatores que norteiam a busca da otimização do sistema.

- Fator humano

É a busca constante de resultados eficazes no trabalho desempenhado pelas pessoas. Não esquecendo que estes resultados estão diretamente ligados a necessidade de que a organização proporcione as condições necessárias para que as pessoas possam gerar maior riqueza (VA – Valor Adicionado) e obter melhores resultados.

- Fator meios de produção

É a busca de melhores resultados, através do uso eficaz do capital investido, que inclui capital de giro, edifícios, benfeitorias, maquinas e equipamentos etc.

- Fator inventário

É a utilização eficaz dos estoques, incluindo o inicial, intermediário e final. É necessário observar que o fator estoque deve ser considerado desde que o seu uso seja representativo no resultado (output).

- Fator recursos naturais

É a busca constante do uso racional dos recursos naturais, visando uma melhor qualidade ambiental através da minimização e/ ou eliminação dos efeitos ambientais decorrentes das atividades humanas.

- Fator gestão

É o gerenciamento sistêmico e efetivo dos quatro fatores da PS (humano, meios de produção, inventários e recursos naturais) considerando como diretriz principal o desenvolvimento sustentável (econômico, social e ambiental).

Nesse sentido a gestão deverá considerar a necessidade de distribuir a riqueza gerada entre os fatores que a geraram (referencial de distribuição) e buscar constantes melhorias, através do monitoramento e comparação de seus resultados (referencial de comparação).

b) Os Referenciais do Modelo de Gestão pela Produtividade Sistêmica

- Referencial de Distribuição

O referencial de distribuição prevê que, se em uma organização os fatores: investidores, trabalhadores, máquinas e equipamentos, governo e bancos contribuem de forma efetiva na geração de riqueza, é justo que os ganhos dessa riqueza sejam distribuídos, de forma equitativa, entre esses mesmos fatores.

- Referencial comparação

É o processo de comparação a uma fonte preestabelecida e determinada dos 5 fatores da produtividade sistêmica; é o produto informação.

c) PDCA - Uma Ferramenta para a Gestão pela Produtividade Sistêmica

O modelo de GPS é um processo que exige a participação de todos os envolvidos uma vez que, após o entendimento e aplicabilidade do conceito, as melhorias devem ser contínuas. Para isso é necessário o uso de uma ferramenta que operacionalize este modelo. Nesse sentido a ferramenta PDCA, uma das ferramentas utilizadas para gerenciamento da qualidade, pode ajudar a melhor entender a necessidade, as fases e aplicabilidade do modelo (FAYET, 2002). A FIGURA 29 retrata esta relação:

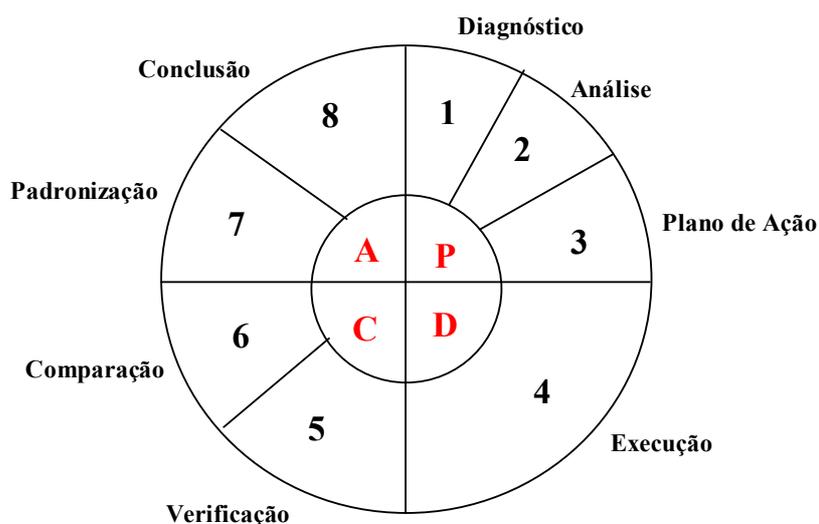


FIGURA 29: Ciclo PDCA

Fonte: SLACK(1997)

Na seqüência está descrito nas TABELAS 9 e 10, o detalhamento do ciclo de aplicação da GPS, utilizando o ciclo PDCA, com suas etapas e subetapas.

• **Método PDCA – Etapas Principais**

TABELA 9: Etapas principais da aplicação do ciclo PDCA

PDCA	ETAPAS	OBJETIVO
P P L A N E J A R	1 Diagnóstico	Levantar os dados globais (quantitativos e qualitativos) da empresa.
	2 Análise	Investigar e/ou verificar quantitativa e qualitativamente os fatores que apresentam problemas e suas causas principais.
	3 Plano de Ação	Estruturar um plano de ação que proporcione melhorias de forma sistêmica, considerando o conceito de desenvolvimento sustentável.
D F A Z E R	4 Execução	Implementar as mudanças e/ou melhorias definidas
C V E R I F I C A R	5 Verificação	Acompanhar de forma sistemática a mudança, nas fases de implantação ou conclusão (monitoramento).
	6 Comparação	Mensurar os resultados obtidos através de uma nova medição.
	? Os objetivos foram alcançados?	Se Sim, continuar seqüência. Se Não, voltar ao ponto 2.
A A G I R	7 Padronização	A fim de evitar ou prevenir repetição do problema.
	8 Conclusão	Recapitular o processo a fim de: <ul style="list-style-type: none"> • Identificar novos problemas ou oportunidades de melhoria; • ensinar a empresa a adotar um processo de melhoria contínua e sistêmica.

Fonte: SLACK(1997)

- **Método PDCA – Etapas e Sub-Etapas**

TABELA 10: Etapas e Sub-etapas da aplicação do ciclo PDCA

	Etapas	Sub-etapas
P	1- Diagnóstico	Contatos Iniciais; Coletar dados e informações; Se os dados apresentarem inconsistência, solicitar complementos ou verificações; Aplicar diagnóstico Quantitativo e Qualitativo.
	2 – Análise	Aplicar o cruzamento dos dados (QxQ); Identificar pontos fortes e passíveis de melhoria; Fazer um detalhamento dos problemas; Priorizar as soluções.
	3 - Plano de Ação	Estabelecer a estratégia de ação; Estabelecer metas, prazos e responsabilidades.
D	4 – Execução	Implementar as mudanças e melhorias definidas.
C	5 – Verificação	Verificar as mudanças em andamento ou já concluídas (monitoramento); Verificar se as mudanças foram efetivas e suficientes.
	6 – Comparação	Comparar o planejado com o realizado; Analisar os resultados obtidos; Verificar se houve melhoria de forma sistêmica.
A	7 – Padronização	Padronizar as melhorias implementadas a fim de evitar a sua reincidência;
	8 – Conclusão	Identificar novos problemas ou oportunidades de melhorias; Aplicar um novo PDCA (recomeçar o processo).

Fonte: Slack(1997)

d) Diagnóstico da Produtividade Sistêmica

O estudo em questão propõe aplicar o diagnóstico da produtividade sistêmica até a 10ª etapa, onde são elaboradas propostas de ação para implantação das ações corretivas.

O presente diagnóstico é baseado no Modelo de Produtividade Sistêmica do Instituto Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Estado do Paraná (IBQP/PR). De acordo com FAYET(2002), as etapas a seguir são um roteiro para a realização do diagnóstico.

1ª Etapa – Coleta de dados (informação)

Esta etapa consiste em coletar todos os dados necessários para fazer a Análise da Produtividade, tais como: organograma, portfólio de produtos, principais clientes, principais fornecedores, área construída, etc.

2ª Etapa – Análise quantitativa da produtividade

Utilizar todos os indicadores necessários e adequados de acordo com o tipo de organização, e fazer a análise conforme fórmulas e interpretações de cada indicador.

3ª Etapa – Análise qualitativa da produtividade

De acordo com o resultado da análise quantitativa, preparar os questionários para as entrevistas, as quais serão realizadas com pessoas-chaves dos processos, desde a alta administração até o nível operacional, se necessário.

As informações coletadas nas entrevistas (informações qualitativas) serão analisadas, listadas e classificadas, de acordo com as áreas da empresa e fatores do modelo de produtividade sistêmica.

Nesta etapa, realiza-se também uma visita ao chão-de-fábrica, são tiradas algumas fotos e realiza-se aplicações de questionários.

4ª Etapa – Cruzamento de dados e informações QxQ

Nesta etapa, faz-se o cruzamento das informações quantitativas com as informações qualitativas, obtendo-se assim uma única lista de reais problemas a serem solucionados.

5ª Etapa – Definição dos pontos fortes e pontos fracos(passíveis de melhoria)

Após as análises anteriores, listar todos os pontos fortes e os passíveis de melhoria, que a organização apresenta. Para auxiliar na atividade a TABELA 11, sugere um quadro de listagem.

TABELA 11: Quadro para listagem de pontos fortes e pontos passíveis de melhoria

Pontos Fortes	Pontos passíveis de melhoria
1.	1.
2.	2.
3.	3.
4.	4.

Fonte: Adaptado de FAYET(2002)

6ª Etapa – Detalhamento dos problemas

Coletar mais informações a respeito dos problemas e analisá-las profundamente. Isto significa ter todas as informações necessárias e cabíveis para determinar os pontos fortes e os passíveis de melhoria (pontos fracos), como também elaborar as ações corretivas e as melhorias dos processos.

Utilizar ferramentas, como fluxogramas, diagrama causa-efeito, e gráfico de Pareto, para a identificação das causas.

7ª Etapa – Priorização dos Fatores da Produtividade Sistêmica

A priorização dos fatores da produtividade sistêmica deve ser feita considerando os pontos passíveis de melhoria.

8ª Etapa –Definição das contramedidas

As ações corretivas ou contramedidas são definidas de acordo com os problemas levantados (pontos passíveis de melhoria), podendo também haver melhorias, ou melhor, potencialização dos pontos fortes.

9ª Etapa – Priorização das melhorias

Podem ser utilizados, fluxogramas ou gráficos de Pareto para esta priorização.

As ações a serem tomadas devem permitir: aumentar o valor adicionado, aumentar a produtividade do trabalho, aumentar a produtividade do capital, reduzir despesas

operacionais, reduzir o inventário, aumentar o retorno sobre investimento, aumentar o lucro líquido e aumentar o caixa.

10ª Etapa – Planejamento para implantação

Nesta etapa é apresentado um Plano de Ação Customizado, no qual constará um cronograma de trabalho para implementação das ações corretivas e das melhorias.

11ª Etapa – Implantação das contramedidas

A implantação das contramedidas deve ser feita conforme o planejamento da etapa anterior, seguindo o modelo PDCA.

12ª Etapa – Monitoramento / Acompanhamento

- Implementar o Plano de Ação proposto, mensurando os resultados;
- Acompanhar e verificar, através dos itens de controle (índices numéricos sobre os efeitos do processo) e verificação (índices numéricos sobre as causas do processo), se todas as ações propostas estão sendo realizadas conforme o planejado. Caso contrário, agir imediatamente para que isto aconteça.

13ª Etapa – Medição dos resultados

Nesta etapa utiliza-se dos indicadores da produtividade (fatores e referenciais) para comparar com resultados anteriores.

3.7. Produtividade Sistêmica em Cadeias Produtivas

Cadeia Produtiva é o conjunto de atividades econômicas que se articulam técnica e economicamente desde o início da elaboração de um produto até a sua comercialização final. É um conjunto de etapas consecutivas pelas quais passam e vão sendo transformados e transferidos os diversos insumos, como é exemplificado de forma simples na FIGURA 30. São incluídos nesse conjunto as matérias primas, insumos básicos, máquinas e equipamentos, componentes, produtos intermediários até o produto acabado, a distribuição, a comercialização e a colocação do produto final junto ao consumidor, constituindo elos de uma corrente, em cadeias de fornecimento ou ao redor de uma empresa âncora (SKROBOT, 1997).

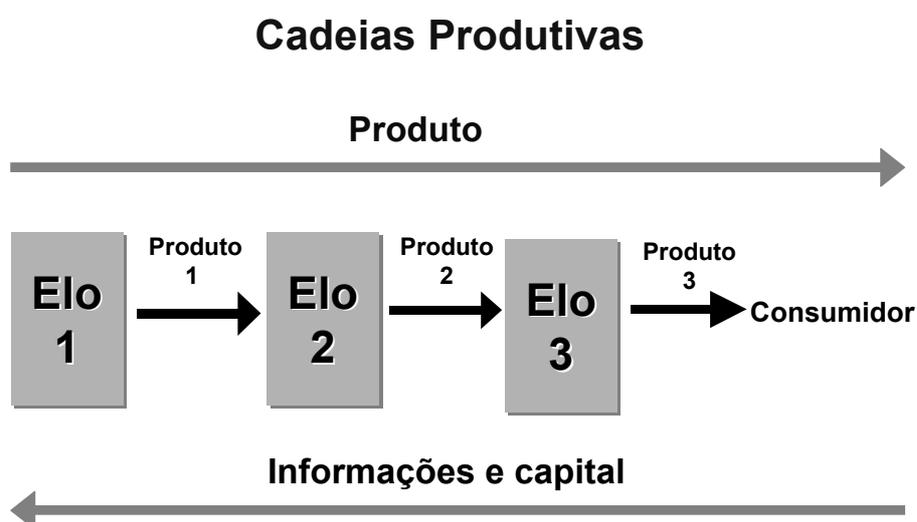


FIGURA 30: Fluxo geral de uma cadeia produtiva

Fonte: WILHELM(2002)

Os elos de uma cadeia produtiva podem ser formados por uma ou mais empresas organizadas ou não, que podem ter atividades idênticas ou complementares. Entre os elos de uma cadeia existem fluxo de produtos, informações e capital. No ANEXO A é ilustrado o exemplo da cadeia produtiva do leite.

Segundo WILHELM(2002), para a aplicação do modelo GPS, é preciso ter a idéia da área limite da cadeia. A delimitação da cadeia produtiva pode ser feita por duas formas:

- a) Segmentando longitudinalmente, pode-se ter uma cadeia produtiva empresarial onde cada etapa representa uma empresa (ou um conjunto de poucas empresas, que participam de um acordo de produção).
- b) Em um nível mais agregado, encontram-se as cadeias produtivas setoriais, nas quais as etapas são setores econômicos e os intervalos são mercados entre setores consecutivos. Obtém-se cadeias mais ou menos desagregadas.

O presente trabalho irar optar pelo primeiro enfoque.

A aplicação da produtividade sistêmica em cadeias produtivas tem com objetivos:

- Desenvolver uma visão sistêmica da cadeia produtiva;
- Medir e analisar a produtividade sistêmica de cadeias produtivas e de seus elos de forma a subsidiar o seu planejamento estratégico (diretrizes, políticas, planos e programas);
- Avaliar o desempenho da produtividade sistêmica de cadeias produtivas e seus elos através de indicadores que permitam comparações com *benchmarks* e a identificação de gargalos ou pontos de estrangulamentos.

Para a aplicação da metodologia da produtividade sistêmica em cadeias produtivas, são necessários seguir alguns passos:

- a) Conhecimento prévio da cadeia;
- b) Delimitação da cadeia objeto de estudo;
- c) Levantamento, em cada elo, das informações necessárias para a análise quantitativa;
- d) Elaboração e análise dos dados quantitativos de cada elo;
- e) Análise qualitativa dos elos;
- f) Cruzamento das informações das análises quantitativas e qualitativas (QxQ) das empresas e elos;
- g) Definição dos pontos fortes e pontos fracos de cada elo, segundo fatores da PS;
- h) Detalhamento dos problemas de cada elo, segundo os fatores da PS;
- i) Priorização das melhorias de cada elo;
- j) Definição dos pontos fortes e pontos fracos da cadeia produtiva;
- k) Priorização das melhorias da cadeia produtiva;
- l) PDCA.

3.8. Cadeia Produtiva do Projeto Reciclando

Segundo a EMLURB-CE(2002), o município de Fortaleza, gerou no ano de 2002, uma média de 84.668,67 ton/mês de resíduos sólidos, sendo 50,92% de resíduos domiciliares.

A coleta domiciliar é realizada através de empresas contratadas de forma alternada a cada três dias, excetuando-se o Centro Comercial, o litoral da Praia de Iracema até a Praia do Caça e Pesca, e também das grandes avenidas, que é diária. A coleta acontece nos períodos diurno ou noturno.

Todos os resíduos coletados e mais os gerados no Município vizinho, Caucaia, vão para o Aterro Sanitário Metropolitano Oeste em Caucaia, gerenciado por uma empresa terceirizada. Os dados referentes à geração dos resíduos, apresentados na TABELA 12, serviram de base para o estudo inicial do programa de coleta.

TABELA 12: Geração dos resíduos no município de Fortaleza

Tipo de resíduo	Quant. Média(ton/mês)	Percentual(%)
Domiciliar	43.108,23	50,92
Ponto de lixo	26.757,79	31,60
Podação	1.839,08	2,17
Capina	2.702,66	3,19
Entulho	6.535,79	7,72
Limpeza de canal	3.725,12	4,40
Total	84.668,67	100,00

Dados EMLURB - CE(2002)

O Projeto Reciclando foi concebido por meio de uma parceria entre SEBRAE/CE, Governo do Estado do Ceará e Sindicato das Industrias de Reciclagem do Estado do Ceará (SINDIVERDE), formado por industrias de reciclagem e tem como missão: Organizar o mercado de reciclagem, criando condições para que a oferta e demanda por materiais recicláveis seja plenamente satisfeita.

O Projeto Reciclando, é coordenado pelo Governo do Estado e teve seu lançamento no final do ano de 2001. Consiste num programa de coleta diferenciada de materiais recicláveis e tem como proposta atender a região central de Fortaleza e algumas partes da

periferia. O Projeto Reciclando previa inicialmente uma coleta de no máximo 5 ton/dia de resíduos domiciliares recicláveis (SINDIVERDE, 1996).

Dentre os objetivos do projeto estão: promover uma coleta diferenciada de materiais recicláveis, estimulando a sociedade a desenvolver uma cultura ambiental através da ação, propiciando assim a manutenção, criação e geração de novas empresas de reciclagem bem como ocupação, emprego e renda para comunidade. Alguns outros objetivos que o programa almejava são:

- Aumento da vida útil do aterro;
- Limpeza das praias;
- Estimular a educação ambiental;
- Despoluição de ruas, galerias, rios, etc.;
- Geração de ocupação e emprego para população de baixa renda;
- Economia de recursos (naturais e públicos);
- Estimular a criação de um novo pólo industrial;
- Desenvolver um sistema de coleta de resíduos sólidos auto sustentável.

Como ações para promoção da educação ambiental foram propostos: vídeos educativos, folhetos, cartilhas, cartazes, palestras em escolas, palestras em hotéis e estabelecimentos comerciais, campanha de sensibilização na televisão, rádio, jornal.

O sistema proposto sugere a separação do lixo, em duas categorias distintas:

- **Lixo Seco:** Papeis, Papelão, Plásticos, Metais, Vidros, etc.
- **Lixo Úmido:** Restos de Alimentos, Restos de Verduras, Bagaços de frutas, Aparas de Jardins, côco, caranguejo, etc.

O material é devidamente separado em lixo seco e lixo úmido. No programa somente a fração seca é coletada, a fração úmida continua sendo coletada pela prefeitura normalmente.

Uma vez tendo sido feita a separação, ele pode dispor a fração seca de duas maneiras:

a) Voluntária Espontânea

O cidadão devidamente sensibilizado deposita o seu material nas ilhas ecológicas, estrategicamente localizadas nos postos de gasolina da rede Sobral e Palácio, distribuídos pela cidade.

As ilhas ecológicas, ilustradas na FIGURA 31, estão dispostas tanto nos postos de gasolina quanto nos centros comunitários. Foram doadas pelo Governo do Estado, a fim de apoiar a parte social do programa.

A coleta nas ilhas é feita de acordo com roteiro previamente montado e estudado de maneira que os resíduos permaneçam o menor tempo possível no local onde estão sendo depositados, para que não causem nenhum tipo de transtorno.



FIGURA 31: Ilha Ecológica

Fonte: arquivo Projeto Reciclando

b) Voluntária Porta a Porta

O cidadão entra em contato com o centro comunitário mais próximo de sua residência e solicita que seja feita a sua coleta.

O centro designa um coletador denominado Agente Reciclador que com um carrinho, ilustrado na FIGURA 32, fará a coleta no domicílio. As visitas dos agentes serão realizadas a partir de solicitação ou com uma frequência determinada pelos domicílios, normalmente em dias alternados aos da coleta usual.

Os agentes recebem treinamento através do SEBRAE/CE e SEMACE (Superintendência Estadual de Meio Ambiente do Ceará). A maioria dos agentes recicladores envolvidos no projeto são moradores das áreas de risco de Fortaleza e além de treinamento recebem crachá e fardamento.

O material coletado pelos agentes recicladores é pesado nos centros comunitários e repassado ao Centro de Reciclagem do Ceará(CRC), localizado no bairro Tancredo Neves, que faz uma separação mais apurada. Após os resíduos serem separados o CRC

revaloriza(prensando e enfardando). Os materiais são posteriormente destinados às indústrias recicladoras.

O CRC paga o valor do material coletado aos centros comunitários que por sua vez repassa aos agentes recicladores.



FIGURA 32: Carrinho Coletor

Fonte: arquivo Projeto Reciclando

A coleta dos materiais nos centros comunitários é feita de acordo com a quantidade acumulada pelo centros, por caminhões especialmente desenhados para este fim, como mostra a FIGURA 33. Os caminhões foram fornecidos em regime de comodato ao programa também pelo Governo do Estado através da Secretaria de Trabalho e Ação Social.



FIGURA 33: Caminhão de Coleta Seletiva

Fonte: arquivo Projeto Reciclando

Todo o material coletado pelo sistema é enviado para o CRC. Ele está equipado para receber e triar aproximadamente 8 toneladas de resíduos sólidos recicláveis por dia em uma área útil de mais de 1500m².

O CRC além da coleta regular nos centros comunitários e ilhas ecológicas, efetua a coleta de materiais recicláveis em locais que solicitam coleta como: hotéis e restaurantes de grande porte.

A segunda etapa do programa prevê a intensificação da coleta nas escolas, hospitais e condomínios.

Na FIGURA 34 é apresentado o fluxo de funcionamento do projeto, mostrando o caminho percorrido pelos materiais recicláveis, desde a fonte geradora até o CRC.

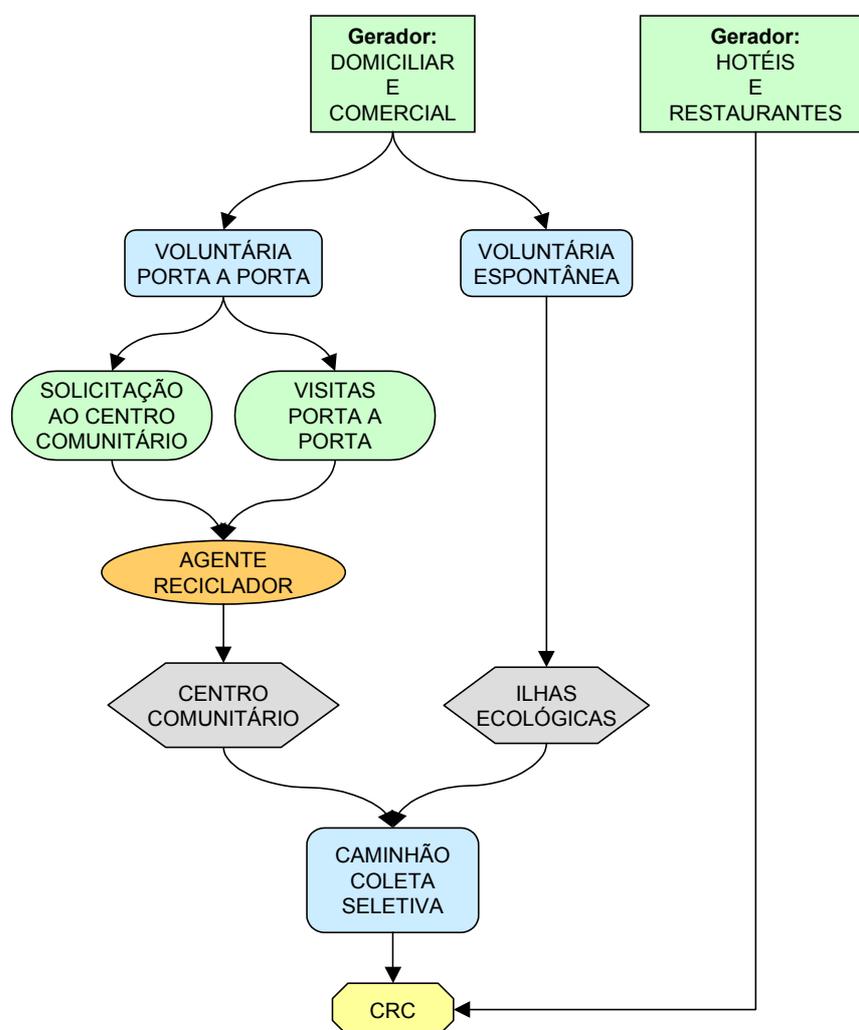


FIGURA 34: Fluxograma de funcionamento do Projeto Reciclando

Fonte: arquivo do autor

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Aplicação do Diagnóstico da Produtividade Sistêmica na Cadeia Produtiva dos Resíduos Plásticos Recicláveis(RPR) do Projeto Reciclando

Serão apresentados a seguir os resultados para cada passo da aplicação do modelo de gestão da produtividade sistêmica para Cadeia Produtiva dos RPR do Projeto Reciclando.

Para a aplicação do modelo nesse estudo, foi proposto uma reorganização dos passos, apresentados abaixo:

4.1.1. Conhecimento e Delimitação da Cadeia Produtiva dos RPR;

Passo 1: Conhecimento prévio da cadeia;

Passo 2: Delimitação da cadeia objeto de estudo;

4.1.2. Análise dos Elos da Cadeia Produtiva dos RPR;

Em cada elo serão apresentados:

Passo 3: Levantamento de dados quantitativos;

Passo 4: Levantamento de informações qualitativas;

Passo 5: Cruzamento e Análises quantitativa e qualitativa (QxQ);

Passo 6: Definição dos pontos fortes e pontos passíveis de melhoria;

Passo 7: Detalhamento dos problemas;

Passo 8: Priorização das melhorias à serem implementadas;

4.1.3. Análise Geral da Cadeia Produtiva dos RPR;

Passo 9: Definição dos pontos fortes e pontos passíveis de melhoria da cadeia produtiva dos RPR;

Passo 10: Priorização das melhorias da cadeia produtiva dos RPR;

Passo 11: Aplicação do ciclo PDCA.

4.1.1. Conhecimento e Delimitação da Cadeia Produtiva dos RPR

Baseando-se nas informações coletadas e acompanhamento das atividades do projeto, foi estabelecido a delimitação da cadeia produtiva dos RPR do Projeto Reciclando. Conforme mostra a FIGURA 35, o elo inicial da cadeia é formado pelos geradores de resíduos sólidos e o elo final é formado pelas indústrias recicladoras de plásticos.

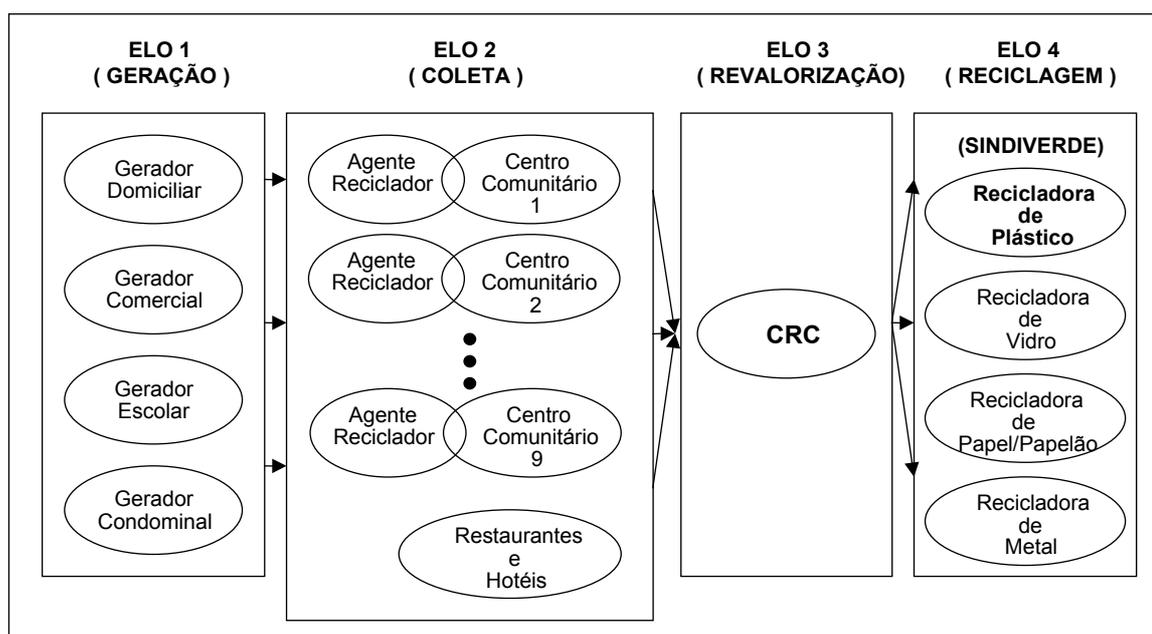


FIGURA 35: Cadeia produtiva dos resíduos sólidos do Projeto Reciclando

Fonte: Arquivo do autor

Com a delimitação proposta foram definidos quatro elos:

ELO 1: Elo dos geradores

É composto por todas as fontes geradoras potenciais e efetivas de resíduos sólidos que o projeto pode atender, enfocando principalmente os geradores domiciliares e comerciais. Baseado na proposta do Projeto Reciclando os mesmos são orientados à separarem o resíduos secos para a coleta seletiva, incluindo nesses os RPR, que são dispostos nas ilhas ecológicas ou coletados pelos agentes recicladores.

ELO 2: Elo dos centros comunitários

É composto por todos os centros comunitários cadastrados no projeto que coordenam os agentes recicladores e a coleta seletiva nos bairros. Serão juntamente incluídas neste elo, as ilhas ecológicas distribuídas nos postos de gasolina.

Após os agentes recicladores coletarem os RPR nos domicílios e comércios, eles são levados para os centros comunitários, onde são pesados, pré-selecionados e por fim ensacados para serem transportados ao CRC. Os agentes recicladores cadastrados são remunerados por semana de acordo com a quantidade que coletaram, enquanto os catadores avulsos que levam os materiais para os centros, recebem o pagamento no ato da entrega.

ELO 3: Elo do CRC

O projeto foi lançado em 2001, mas as atividades efetivas do CRC, foram iniciadas em março de 2002. É composto pela unidade de recebimento, triagem e revalorização. Após os centros comunitários receberem e armazenarem os materiais, o caminhão da coleta seletiva leva os materiais para o CRC, onde passam por uma seleção mais apurada. Seguido a seleção, os materiais são prensados, enfardados ou ensacados e vendidos às respectivas indústrias recicladoras. A FIGURA 36 ilustra o croqui da área do CRC.

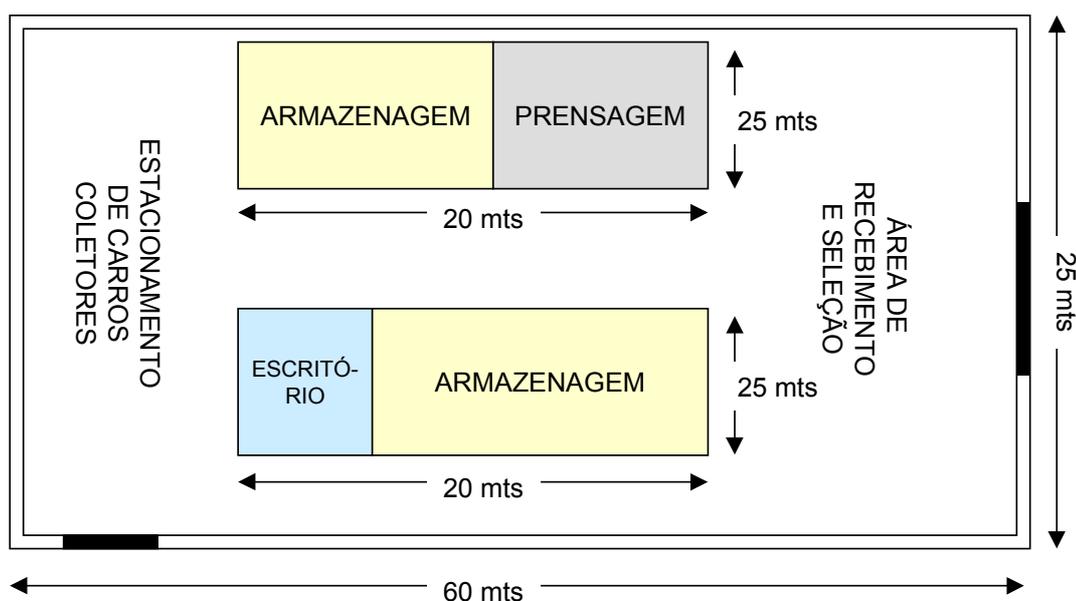


FIGURA 36: Croqui da área do CRC

Fonte: Arquivo do autor

ELO 4: Elo das indústrias recicladoras(SINDIVERDE)

É composto pelas indústrias associadas ao SINDIVERDE, é responsável em garantir a compra dos RPR coletados pelos agentes recicladores e centros comunitários, e revalorizados pelo CRC. São também responsáveis pela posterior reciclagem e transformação em novos produtos.

4.1.2. Análise dos Elos da Cadeia Produtiva dos RPR

ELO 1: Geradores

Passo 3: Levantamento de dados quantitativos

Segundo dados do IPLANCE(2000), a composição física dos resíduos sólidos no Ceará segue a distribuição descrita na TABELA 13.

TABELA 13: Composição física dos resíduos sólidos, segundo os tipos – Ceará - 2000

Composição Física	%
Orgânico	45,0
Metais	5,0
Vidros	5,0
Plásticos	20,0
Papel e papelão	5,0
Entulhos de construção	20,0
Total	100,0

Fonte: IPLANCE – Pesquisa direta, 2000

Conforme a TABELA 13, observa-se que 20% dos resíduos sólidos gerados no Ceará são plásticos. Considerando a média de 43.108,23 ton/mês de resíduos domiciliares geradas em Fortaleza, segundo a EMLURB-CE, pode-se estimar para o município a geração mensal de 8.621,65 toneladas de plásticos potencialmente recicláveis.

A TABELA 14 mostra a estimativa para o lixo domiciliar gerado por cada Secretaria Executiva Regional(SER), contabilizando apenas as quantidades dos bairros onde têm centros comunitários e ilhas ecológicas, que somam 20 bairros, aproximadamente 20% dos bairros de Fortaleza.

TABELA 14: Estimativa do lixo domiciliar e recicláveis plásticos gerados por Secretarias Executivas Regionais

Secretaria Regional	Quantidade de Bairros	Lixo Domiciliar Gerado (Kg/dia)	Recicláveis Plásticos Gerados(Kg/dia)
SER I	2	41.184	8.237
SER II	9	121.133	24.227
SER III	3	52.404	10.481
SER IV	3	14.986	2.997
SER VI	3	30.179	6.036
Total	20	259.886	51.977

Fonte: Adaptado de SINDIVERDE(1996)

Obs.: no período da pesquisa, a SER V não possuía nenhum centro comunitário participante do projeto.

Segundo os dados do projeto e pesquisa do IPLANCE, conforme TABELA 14, pode-se estimar que são produzidos 52 ton/dia (1.560 ton/mês) de RPR domiciliares. A secretaria que mais se destaca é a SER II, enquanto a de menor geração é a SER IV.

Passo 4: Levantamento de informações qualitativas

Verificou-se que a maioria das residências nos bairros onde existem as ilhas ecológicas e centros comunitários não sabem que existe a coleta seletiva no bairro, não fazendo relação dos catadores de lixo com o Projeto Reciclando.

Parte das residências que têm conhecimento da coleta seletiva, não têm interesse em separar os resíduos, alegando que toma muito tempo e atrapalha a atividade doméstica. Outra parte não sabe da importância da separação dos resíduos sólidos e da reciclagem.

Passo 5: Cruzamento e Análises quantitativa e qualitativa (QxQ);

Observa-se que 20% dos bairros de Fortaleza estão no roteiro do projeto, estando descoberto um potencial de 80% a ser conquistado. Isso explica parte do sub- aproveitamento dos RPR de Fortaleza, que é aproximadamente 1.560 ton/mês, enquanto a estimativa de geração total de resíduos plásticos em Fortaleza é de 8.621,65 ton/mês, logo, no máximo 18,1% pode estar sendo encaminhada à reciclagem.

Outros pontos que contribuem para o sub- aproveitamento é a desmotivação da população em relação ao projeto, a falta de conhecimento sobre a importância da coleta seletiva e reciclagem, desinformação de como separar os tipos de RPR, falta de

conhecimento dos problemas causados pelo mau tratamento do lixo e a descontinuidade das campanhas de divulgação e educação do projeto.

Passo 6: Definição dos pontos fortes e pontos fracos;

TABELA 15: Pontos fortes e pontos passíveis de melhoria no ELO dos Geradores

Pontos Fortes	Pontos passíveis de melhoria
5. Muitas residências na cidade;	5. Falta de informação sobre coleta seletiva e reciclagem;
6. Grande quantidade de RPR gerados;	6. Desinteresse da população;
7. Centros comunitários e ilhas ecológicas em cada SER;	7. Falta de conhecimento de como separar os resíduos;
8. Existência de catadores independentes nos bairros.	8. Falta de sensibilidade em relação aos problemas ambientais;
	9. Descontinuidade da coleta seletiva nas residências.

Fonte: Autor

Passo 7: Detalhamento dos problemas;

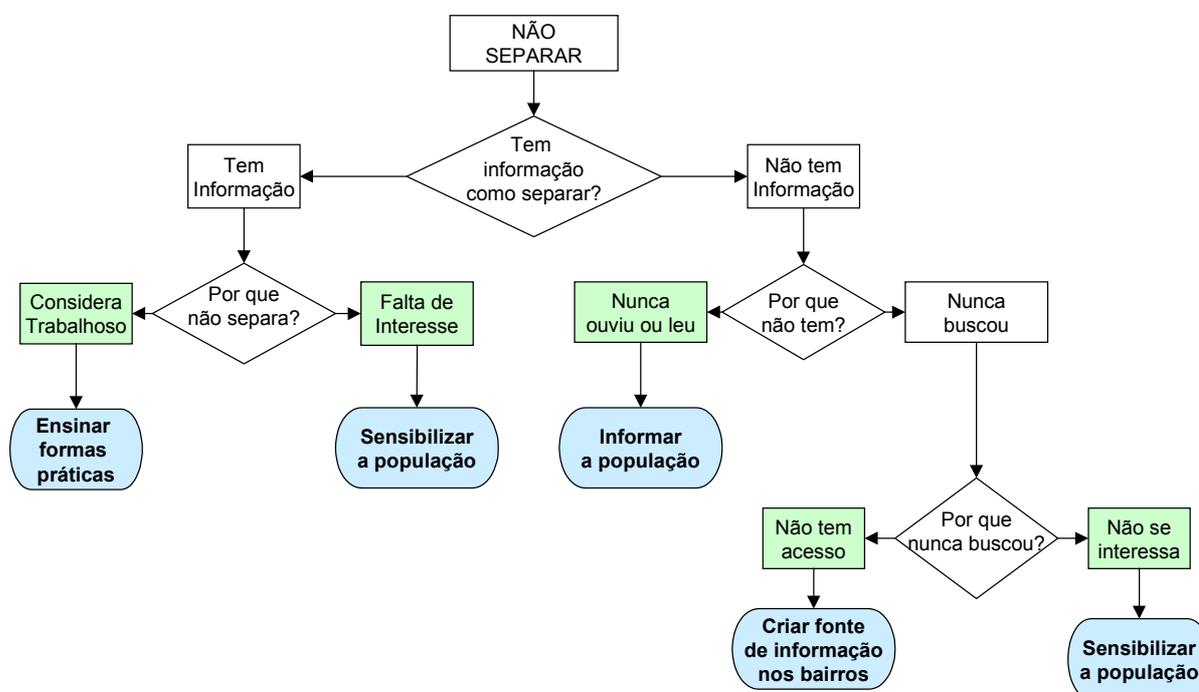


FIGURA 37: Fluxograma de detalhamento dos problemas do ELO de Geradores

Fonte: Arquivo do autor

Passo 8: Priorização das melhorias à serem implementadas;

Baseado no detalhamento dos problemas do ELO de geradores, foi definida a seguinte sequência de ações a serem implementadas:

1. Retornar a campanhas de sensibilização da população;
2. Criar estratégias de informações mais efetivas e permanentes, de baixo custo e mais eficazes;
3. Repassar a população formas simples e práticas de como separar os RPR;
4. Criar pequenas unidades de informação junto aos centros comunitários, como suporte educacional às ações do projeto.

ELO 2: Centros Comunitários**Passo 3: Levantamento de dados quantitativos;**

Fazem parte do projeto, 9 centros comunitários, suas atividades são coordenadas diretamente por técnicos do Governo do Estado.

Nos centros comunitários os RPR são selecionados e armazenados, geralmente em sacos.

Os centros possuem em média duas pessoas para a realização de suas atividades internas, uma para pesar e fazer os apontamentos, e uma para selecionar e armazenar o material.

A quantidade de agentes recicladores é variável, e gira em torno de 10 a 15 agentes por centro. A remuneração dos agentes varia de acordo com a quantidade de materiais que coletam, arrecadando em média um salário mínimo, não tendo nenhum benefício adicional.

Os centros não dispõem de capital de giro para o pagamento diário dos agentes recicladores. Como fonte de recursos para a manutenção dos centros, é retirado 10% do valor total das vendas dos materiais que são comercializados. Os coordenadores dos centros são, na maioria, remunerados pelo estado.

O horário de coleta dos agentes é variável, sendo estipulado pelo próprio agente, mas o funcionamento dos centros segue o horário comercial, em alguns casos apenas um turno.

Cada centro é equipado com uma balança, e com dez a quinze carrinhos coletores. Os centros não possuem peças de reposição para manutenção dos equipamentos.

O espaço para seleção, armazenamento dos materiais e estacionamento dos carrinhos, variam de acordo com a estrutura disponível nos centros.

As ilhas ecológicas nos postos de gasolina, funcionaram bem no início, mas a longo do tempo, a frequência de recolhimento foi diminuindo, acumulando resíduos além de sua capacidade, fazendo com que as pessoas jogassem também na parte externa.

Quando há necessidade de manutenção ou aquisição de equipamentos e materiais, ou melhoria de infra-estrutura, os centros dependem dos recursos do Governo do Estado.

A TABELA 16 apresenta a estimativa do potencial de coleta de recicláveis em geral e dos RPR, nos bairros onde estão instalados os centros comunitários. O maior potencial observado é na Barra do Ceará, onde funciona o centro comunitário Planalto das Goiabeiras, chegando aproximadamente a 6 ton/dia. O centro de menor expressão é o que está localizado na Serrinha, chegando a 665 kg/dia.

TABELA 16: Relação dos centros comunitários envolvidos no Projeto Reciclando e as estimativas dos totais de recicláveis e de RPR coletados por centro

Centros Comunitários(CC)	Bairros	Secretaria Executiva Regional	Total estimado de recicláveis (Kg/dia)	Total estimado de RPR (Kg/dia)
1. CC. Tancredo Neves	Jardim das Oliveiras	VI	19.163	3.833
2. CC. Planalto das Goiabeiras	Barra do Ceará	I	29.380	5.876
3. CC. Dom Antônio Lustosa	Aldeota	II	21.298	4.260
4. CC. Mirian P. Mota	João XXIII	III	17.866	3.573
5. CC. Santa Terezinha	Vicente Pinzon	II	8.139	1.628
6. CC. Padre Guilherme Warssen	Dias Macêdo	VI	7.442	1.488
7. CC. São Francisco	Quintino Cunha	III	21.721	4.344
8. CC. Luiza Távora	Pirambu	I	11.804	2.361
9. Assoc. Coletores Ecológicos da Serrinha – ACORES	Serrinha	IV	3.330	665
Total	-	-	140.143	28.029

Fonte: Adaptado de SINDIVERDE(1996)

Passo 4: Levantamento de informações qualitativas;

Segundo os coordenadores, os centros passam por dificuldades como: falta de capital de giro, falta de um fundo de reserva para pagamento das despesas com manutenção e outras eventualidades, falta de sacos e barbantes para embalagem dos materiais coletados, atraso no repasse dos valores referentes aos materiais comercializados.

Quanto as questões de gerenciamento, os centros têm dificuldades, tanto na coordenação dos agentes, como na comercialização dos RPR. A rotatividade dos agentes é

alta, dificultando os processos de gestão e capacitação. Os coordenadores têm dificuldades em resolver os problemas de manutenção dos equipamentos.

Alguns RPR estão sendo comercializados dentro do projeto, com preços abaixo do mercado de sucatas, quando a proposta do projeto era oferecer preços acima dos de mercado, pois eliminaria os atravessadores.

Os agentes recicladores relataram que a população os vêem como funcionários remunerados pelo estado ou pelo SEBRAE, não querendo doar os RPR, achando que os catadores que não fazem parte do projeto necessitam de mais auxílio.

Os agentes queixam-se por não possuírem crachás de identificação, por não haver manutenção dos carrinhos, ficando por vários dias parados. Não existir nenhuma forma de incentivo por parte do projeto para os agentes, nem ao menos em datas comemorativas.

Devido aos problemas relacionados acima, alguns agentes se desmotivam, levando-os, às vezes, ao desligamento.

Passo 5: Cruzamento e Análises quantitativa e qualitativa (QxQ);

Baseando-se na TABELA 16, observa-se que contabilizando apenas o potencial de coleta de RPR dos bairros, onde estão instalados os centros comunitários, tem-se potencialmente 28 ton/dia à serem coletados. Segundo o coordenador do Projeto Reciclando, eram reciclados em Fortaleza, no ano 2000, cerca de 20 ton/dia de materiais recicláveis em geral, desses estima-se que 20% eram RPR, tendo uma média de 4 ton/dia de plásticos efetivamente reciclados na cidade. Logo, existindo uma grande quantidade de materiais a serem explorados.

A sub-exploração do potencial, pode estar sendo causada, pela divulgação falha do projeto, a quantidade de agentes efetivamente envolvidos, equipamentos de trabalho insuficientes para a demanda, a quantidade de bairros com centros instalados e o descrédito da comunidade.

Verifica-se que a forma de gerenciamento utilizada para esse tipo de atividade é inadequada. As coordenações, num geral, se detém apenas às atividades corriqueiras, não fazendo um planejamento com visão de futuro para um melhor desenvolvimento dos centros, comprometendo tanto a credibilidade perante a comunidade, como também perante os agentes recicladores.

Toda coleta seletiva possui sua componente econômica, logo necessita utilizar instrumentos comerciais para o seu funcionamento. O capital de giro é um instrumento

indispensável nas negociações de compra e venda. Os centros têm essa dificuldade, pois não tendo capital para cobrir os pagamentos dos agentes durante a semana, havendo algum atraso por parte do CRC, os agentes ficam sem receber.

Outro instrumento ausente, é o fundo de reserva, que permitiria cobrir as despesas como: conserto e pintura dos carrinhos quebrados, remendos de câmaras de ar, compra de pneus e compra de materiais para embalagem dos RPR.

É necessário que a coordenação geral do projeto dê suporte aos centros comunitários para que realizem ações que divulguem a coleta seletiva, que resgate a credibilidade da sociedade, que aumente a adesão das residências, que capacitem os agentes recicladores e que busquem um melhor valor para os RPR comercializados.

Passo 6: Definição dos pontos fortes e pontos passíveis de melhoria;

TABELA 17: Pontos fortes e pontos passíveis de melhoria no ELO dos Centros Comunitários

Pontos Fortes	Pontos passíveis de melhoria
1. Existência de centros e ilhas em 5 SER's das 6 secretarias existentes na cidade;	1. Gerenciamento inadequado dos centros comunitários;
2. Local definido para venda;	2. Pouca quantidade de materiais coletados;
3. Quantidade gerada de RPR;	3. Preços abaixo do mercado;
4. Contribui para a limpeza dos bairros;	4. Imagem dos agentes recicladores perante a sociedade;
5. Geração de ocupação e renda para pessoas fora do mercado de trabalho;	5. Adesão das comunidades ao projeto;
	6. Falta de capital de giro;
	7. Falta de fundo de reserva;
	8. Manutenção e aquisição de equipamentos;
	9. Materiais de consumo para os centros;

Passo 7: Detalhamento dos problemas;

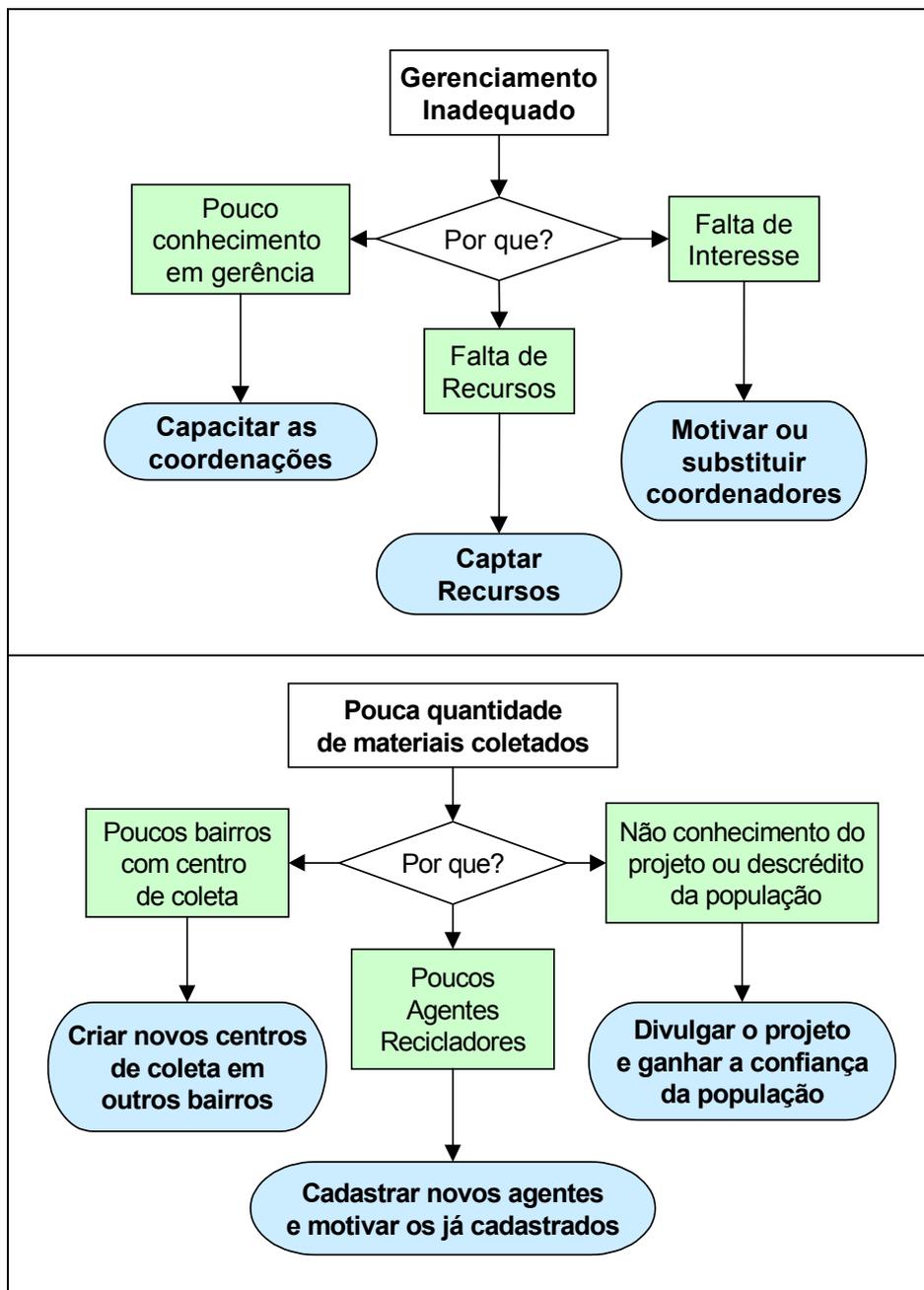


FIGURA 38: Fluxogramas de detalhamento dos problemas do ELO dos Centros Comunitários

Fonte: Arquivo do autor

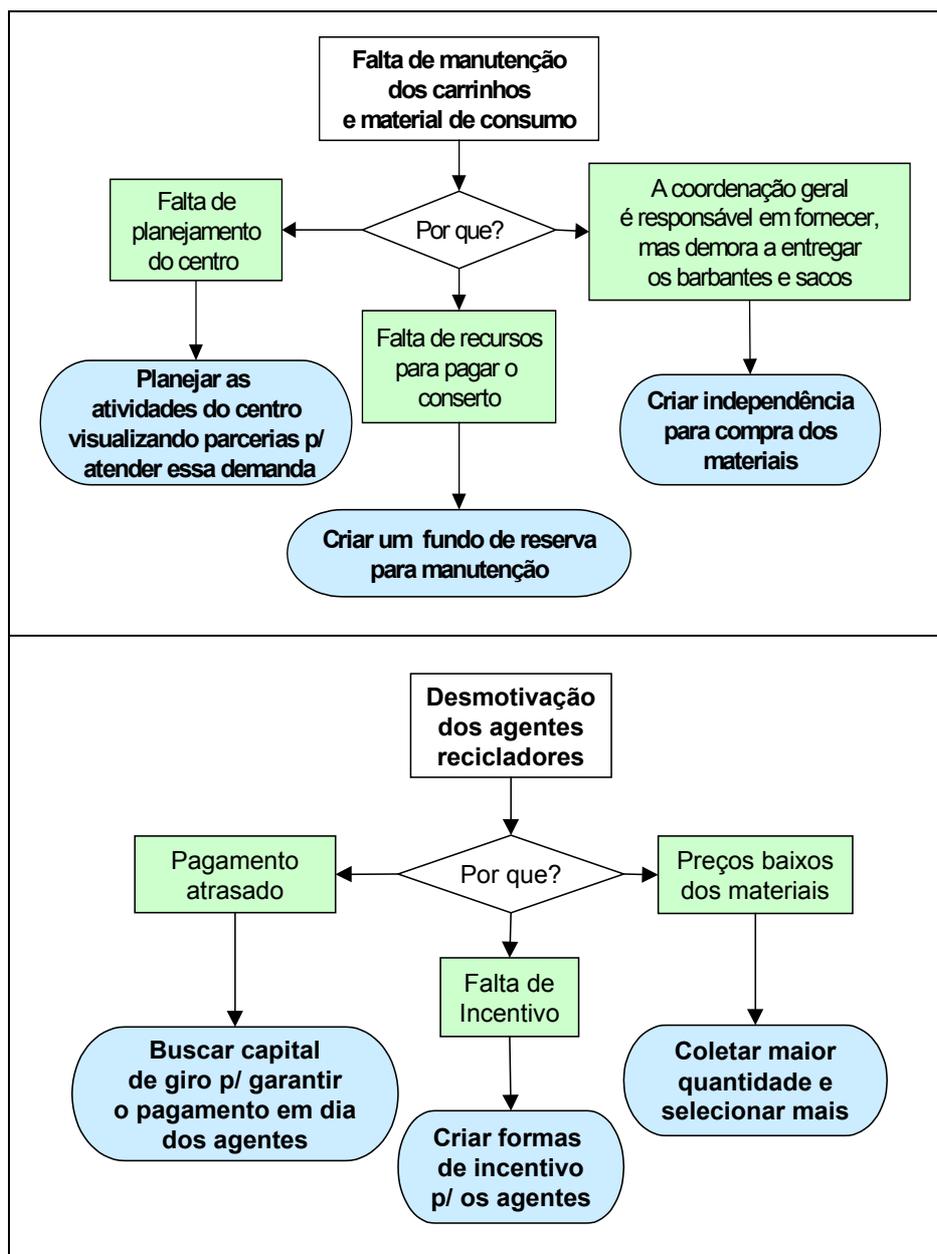


FIGURA 38: Continuação

Fonte: Arquivo do autor

Passo 8: Priorização das melhorias à serem implementadas;

Sugere-se a sequência de ações de melhorias descritas abaixo:

1. Realizar um planejamento estratégico participativo geral e por centro comunitário;
2. Realizar campanhas de divulgação nas comunidades, explicando como separar os materiais e apresentando os agentes que trabalham na região;

3. Criar um programa de incentivo e motivação para os agentes recicladores;
4. Aumentar o raio de atendimento e conquistar residências e comércios;
5. Capacitar os agentes recicladores na separação mais detalhada dos tipos plásticos, objetivando agregar mais valor;
6. Ampliar o quadro de agentes recicladores nas comunidades, para aumentar a quantidade coletada;
7. Motivar os atuais coordenadores dos centros comunitários, além de capacitá-los em técnicas de gerenciamento e planejamento;
8. Conquistar autonomia dos centros, através da aquisição de capital de giro e de um fundo de reserva, coerente com a realidade de cada centro;
9. Criação de novos centros de coleta nos bairros ainda não atendidos.

ELO 3: CRC

Passo 3: Levantamento de dados quantitativos;

Este elo é responsável pelo recolhimento dos RPR coletados em todos os pontos de coleta dos bairros, revalorizando e comercializando para as indústrias recicladoras.

Sua estrutura é composta por uma área total de 1.500 m², composta por:

- dois galpões de 7 x 20 mts, para prensagem, enfardamento e armazenamento;
- uma área de 15 x 20 mts, para entrada e estacionamento de carros coletores;
- uma área de 25 x 20 mts, para recebimento e seleção dos materiais.

Possui como equipamentos de trabalho uma prensa vertical para papelão, PET e papeis, uma balança até 500 Kg, um elevador de carga, um carrinho para fardo, 30 carrinhos coletores, um caminhão direto e dois caminhões para atender exclusivamente os centros.

Gera 40 empregos diretos(efetivos) e 14 indiretos(avulsos).

No CRC os RPR passam por quatro setores:

- Recebimento: chegada do material, onde é conferido as quantidades e a pesagem. Com duas pessoas envolvidas.
- Triagem: nesse setor os RPR são divididos em PET, PVC(cano/forro/melissa), PEAD(cadeira/caixa/mesa), PP e PE(balde/bacia), Filme Misto(sacos/sacolas), Sopro misto(garrafas), Injeção(tampinha). Quatro pessoas fazem a separação, no período de maior movimento são recrutados mais quatro.

- Prensagem e/ou Ensacamento: Seguido a seleção, o PET é prensado, injeção pequena(tampinhas/carretéis) e filmes(sacos/sacolas) são ensacados. A prensagem é realizada por duas pessoas.
- Armazenamento: no final do processo no CRC, os materiais são armazenados até completarem uma carga, então, são enviados para indústrias. Trabalham duas pessoas.

A quantidade de recicláveis em geral recebidos no CRC varia de 100 a 160 toneladas/mês. Os valores arrecadados pela venda são repassados semanalmente aos centros, para pagamento dos agentes recicladores.

Na TABELA 18 são apresentados dados de quantidades(Kg/mês) e valores(R\$/mês), referentes aos RPR, negociados pelo CRC. Os dados são de fevereiro de 2003, pois são os últimos dados consolidados disponíveis.

TABELA 18: Quantidade e valores dos RPR negociados pelo CRC – Fev/2003

Material	Quantidade Comprada dos Centros (Kg/mês)	Valor Unitário de Compra (R\$/kg)	Total Pago aos Centros (R\$/mês)	Quantidade Vendida às Indústrias (Kg/mês)	Valor Unitário de venda (R\$/kg)	Total Recebido das Indústrias (R\$/mês)	Lucro Máximo Realizado (%)
PEAD(Caixas)	804,54	0,60	482,72	1.250,00	0,75	937,50	94,21
PP(Mesa/Cadeira)	795,78	0,75	596,84	1.500,00	0,85	1.275,00	113,63
PE(Filme misto)	4.201,21	0,30	1.260,36	5.960,00	0,38	2.264,80	79,69
PEAD(Balde)	4.049,50	0,30	1.214,85	3.540,00	0,40	1.416,00	16,56
PVC(Melissa)	691,04	0,30	207,31	488,00	0,50	244,00	17,70
PET misto	7.857,79	0,27	2.121,60	6.780,00	0,35	2.373,00	11,85
PVC misto	1.814,23	0,45	816,40	2.420,00	0,70	1.694,00	107,50
PE(Sopro misto)	4.576,25	0,25	1.144,06	4.670,00	0,40	1.868,00	63,28
PE,PP(Tampinha)	199,20	0,35	69,72	-	-	-	-
Total	24.989,54*	-	7.913,87	26.608,00*	-	12.072,30	52,55

Fonte: pesquisa direta CRC(Fevereiro/2003)

Obs.: A quantidade de RPR vendida é maior que a quantidade comprada devido o recebimento de materiais de outros locais além dos centros comunitários.

Passo 4: Levantamento de informações qualitativas;

Segundo a coordenação do CRC, existe a necessidade de um maior apoio governamental, ficando muitas vezes sem a mínima condição de oferecer suporte aos centros comunitários, que é uma de suas funções. Com isso, dificultando a realização de

atividades que promovam uma melhoria da qualidade de vida dos agentes recicladores envolvidos no projeto.

Possui uma área pequena para armazenamento de materiais, principalmente o papel e papelão que precisam estar protegidos em local coberto.

Os centros comunitários eventualmente deixam de fornecer os materiais para o CRC, e vendem para outros compradores, alegando que os preços estão baixos, que não estão acompanhando suas atividades, que os caminhões demoram a buscar os materiais, etc.

Outra dificuldade do CRC, é a falta de informatização dos processos administrativos, principalmente na área de pesagem e apontamento.

As indústrias que geralmente o CRC trabalha são: Mazinho, Leonardo, CEPLAL, WF, Marcelo, Carreiros e Geraldo.

Passo 5: Cruzamento e Análises quantitativa e qualitativa (QxQ);

O potencial de coleta dos RPR, apenas nos bairros onde existem centros comunitários, chega aproximadamente a 28 ton/dia. De acordo com os dados apresentados na TABELA 18, os centros enviaram no mês de fevereiro deste ano, quase 25 ton/mês, chegando a uma receita de R\$ 7.913,87. Logo o projeto tem um grande potencial de ampliação da coleta seletiva.

O CRC recebeu no mesmo mês, pela comercialização de aproximadamente 26,5 toneladas, uma receita de R\$ 12.072,30. A quantidade comercializada pelo CRC foi maior que a recebida dos centros, devido a coleta feita em outros estabelecimentos públicos e privados.

Foi constatado nas visitas realizadas, a dificuldade de gerenciamento mais efetivo por parte da coordenação do CRC, devido a descontinuidade de suporte da coordenação geral do projeto, a falta de um planejamento integrado com todos os setores do projeto, a falta de captação de recursos para alavancar o projeto.

Alguns trabalhadores do centro, comentaram a falta de alguns benefícios e que o CRC deveria pleitear junto a coordenação geral, como por exemplo, o fornecimento de cesta básica.

Em relação às questões operacionais, verificou-se a necessidade de uma reorganização do espaço de trabalho do CRC. A ampliação do espaço será necessário, pois em se aumentando o número de centros comunitários e de agentes recicladores, o espaço

atual teria sua capacidade de recebimento comprometida. A quantidade de equipamentos também necessitaria ser aumentada, como caminhão, prensa, balança e carro transportador de fardos. A falta de capital de giro também dificulta a compra de materiais de terceiros e o pagamento em dia dos centros comunitários.

O projeto precisa buscar a fidelidade dos centros comunitários, pois devido aos problemas anteriormente citados, passam a fornecer para outros compradores, diminuindo o potencial de operação do projeto, e dificultando a ampliação de suas ações.

Passo 6: Definição dos pontos fortes e pontos passíveis de melhoria;

TABELA 19: Pontos fortes e pontos passíveis de melhoria no ELO do CRC

Pontos Fortes	Pontos passíveis de melhoria
1. Quantidade gerada de RPR na cidade;	1. Limitação da estrutura física;
2. Quantidade de centros comunitários envolvidos no projeto;	2. Quantidade de equipamentos;
3. Apoio estrutural e financeiro do Governo do Estado;	3. Processo não informatizado de apontamento e registro de dados;
4. Pólo reciclador dentro de Fortaleza;	4. Apoio gerencial descontínuo;
	5. Falta de planejamento do projeto;
	6. Baixo valor agregado
	7. Infidelidade dos centros;
	8. Falta de capital de giro;

Passo 7: Detalhamento dos problemas;

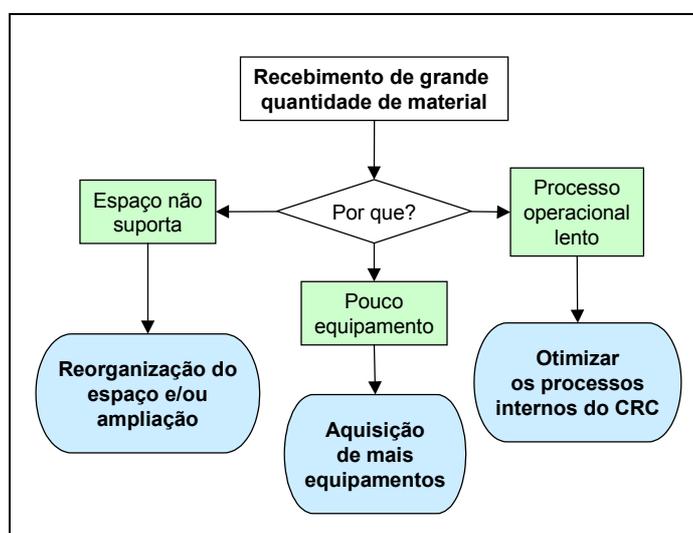


FIGURA 39: Fluxogramas de detalhamento dos problemas do ELO do CRC

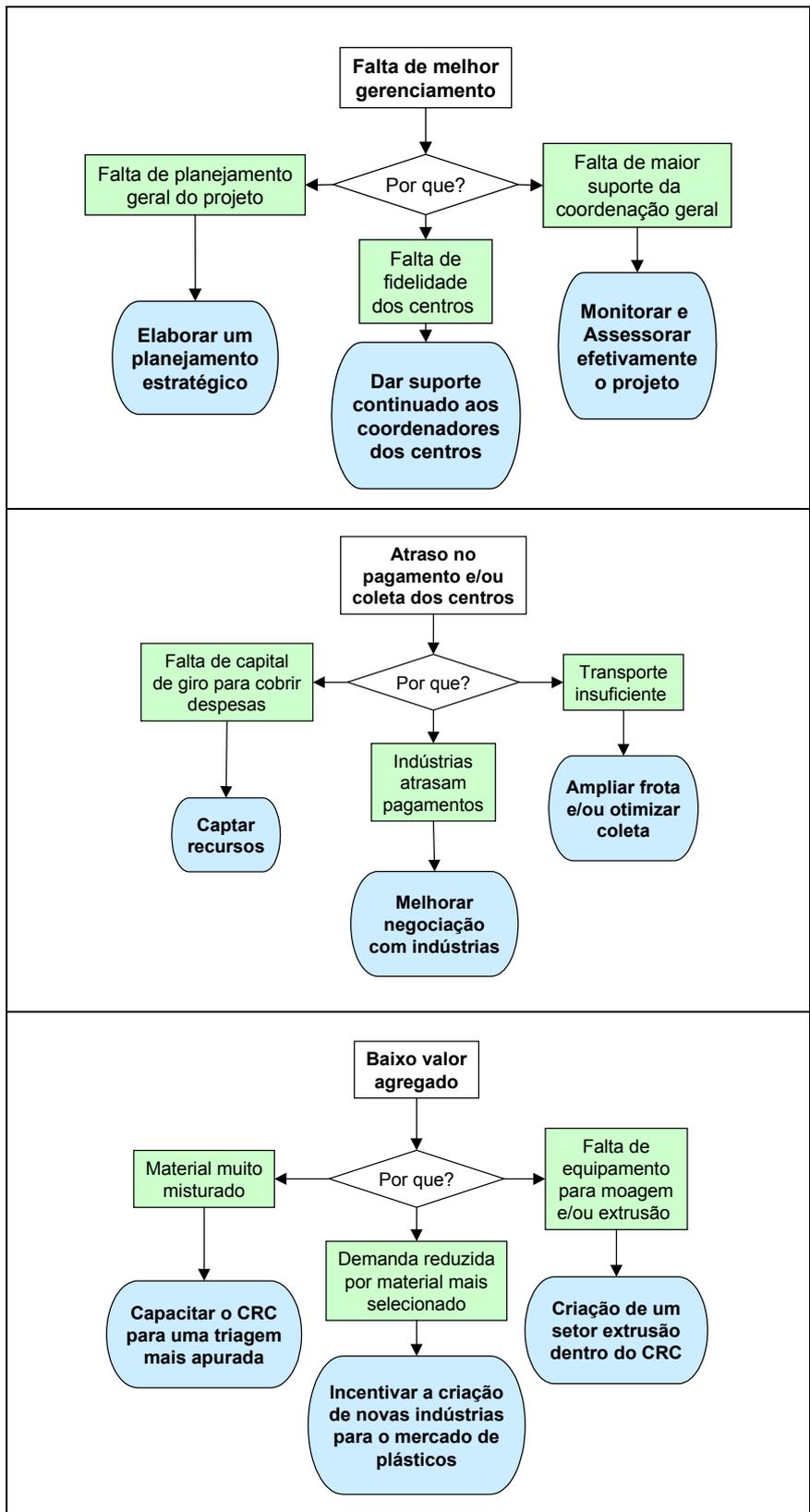


FIGURA 39: Continuação

Passo 8: Priorização das melhorias à serem implementadas;

Sugere-se a sequência de ações de melhorias descritas abaixo:

1. Elaborar um planejamento estratégico envolvendo os vários setores do projeto;
2. Implantar um programa de assessoria e monitoramento do projeto;
3. Rastrear e otimizar todos os processos relativos ao projeto;
4. Criar um sistema de informação e registro;
5. Capacitar os funcionários do CRC, para fazerem uma separação mais apurada dos RPR;
6. Capacitar a coordenação do CRC, em gerenciamento de negócios;
7. Fazer um estudo do layout do CRC, para dimensionar a demanda real de equipamentos;
8. Buscar fontes de recursos para melhoria e ampliação do projeto.

ELO 4: Indústrias Recicladoras**Passo 3: Levantamento de dados quantitativos;**

É formado por algumas indústrias recicladoras instaladas na região metropolitana de Fortaleza, é responsável em garantir a compra RPR coletados pelos agentes e centros comunitários, e revalorizados pelo CRC. São também responsáveis pela posterior reciclagem e transformação em novos produtos. Na TABELA 20 são apresentadas as indústrias do setor reciclador de plásticos que foram visitadas.

TABELA 20: Relação das Indústrias recicladoras de plásticos associadas ao SINDIVERDE

Indústrias Recicladoras
1. Termoplásticos e Óleos Vegetais Ltda
2. ITAFOR – Indústria de Tubos e Artefatos Fortaleza
3. Ecobrás
4. IRTEC – Indústria e Comércio de Materiais Plásticos Ltda
5. Jabuti Plasti – Indústria de Comércio Ltda
6. Reciclar – Recicladora de Plásticos Ltda
7. Tubos Beira Rio - Luiz Fernandes Rocha ME
8. CEPLAL - Ceará Plásticos Ltda

Fonte: Cadastro SINDIVERDE

Não foi possível a aplicação do cálculo de amostra, pois o número de empresas constantes no cadastro do SINDIVERDE era muito pequeno, e apenas 8 empresas aceitaram serem entrevistadas, logo usou-se para o estudo uma amostra intencional. Abaixo são descritos dados coletados nas indústrias:

TABELA 21: Dados gerais das indústrias recicladoras

Total funcionários empregados nas indústrias	323
Remuneração média dos funcionários da produção:	R\$ 309,00
Capacidade Máxima de Produção	829 ton/mês
Capacidade Média Utilizada	490 ton/mês
Capacidade de Produção Ociosa	339 ton/mês

Fonte: Pesquisa direta autor

Conforme descrito na TABELA 21, totalizou-se 323 funcionários empregados em 8 indústrias entrevistadas, chegando a remuneração mensal dos funcionários ligados à produção, à R\$ 309,00.

Somando as capacidades máxima de produção das indústrias, atinge-se um capacidade de 829 toneladas/mês, entretanto o grupo só atinge 59%(490 ton). Dos empresários entrevistados, 62% alegam que o motivo de não atingirem um maior percentual de produção é a falta de matéria-prima, tanto em quantidade como em qualidade.

Passo 4: Levantamento de informações qualitativas;

As indústrias responderam que seus suprimentos são mantidos pelos RPR advindos de depósitos de sucatas, do estado e de fora do estado, como também de sucatas de outras indústrias ou empresas. Pouco está se comprando do projeto.

Todas as indústrias entrevistadas foram montadas com investimentos próprios, sem utilização de nenhuma linha de financiamento convencional dos bancos.

Nenhuma possui qualquer tipo de incentivo fiscal, sendo tratados da mesma forma que uma indústria que usa matéria-prima virgem para seus produtos. Entretanto, 87% declaram que a forma que o poder público poderia contribuir com a área de reciclagem, seria através da promoção efetiva da coleta seletiva no estado, além principalmente, da criação de mecanismos de isenção e/ou redução de impostos que oneram a cadeia

produtiva, baseados no argumento de que são indústrias que utilizam como matéria-prima materiais que iriam para aterros/lixões, e que no seu primeiro ciclo produtivo já haviam sido tributados. Além disso, as mesmas estão promovendo a limpeza da cidade e diminuindo o impacto causado ao meio ambiente.

É consenso entre as indústrias que o mercado da reciclagem em nosso estado é embrionário, com tendências de um grande crescimento a curto prazo.

Passo 5: Cruzamento e Análises quantitativa e qualitativa (QxQ);

Constata-se que é necessário ser feito uma ampla divulgação do projeto para várias indústrias recicladoras de plástico, trabalhando a imagem dos materiais revalorizados no CRC. Ainda é necessário trabalhar a imagem dos produtos reciclados pelas indústrias recicladoras de plástico locais.

As indústrias demandam por um material mais separado e limpo, e se mostrando dispostas a pagar mais por essa separação, pois o material seria mais puro.

Verificou-se que as indústrias têm uma capacidade ociosa de 339 ton/mês, enquanto o projeto colocou no mercado no mês de fevereiro apenas 26,5 toneladas. Tendo assim, um mercado aberto para essa atividade promissora.

Passo 6: Definição dos pontos fortes e pontos passíveis de melhoria;

TABELA 22: Pontos fortes e pontos passíveis de melhoria no ELO das Indústrias Recicladoras(SINDIVERDE)

Pontos Fortes	Pontos passíveis de melhoria
1. Quantidade gerada de RPR na cidade;	1. Baixa quantidade de oferta efetiva;
2. Existência de um projeto de coleta seletiva na cidade;	2. Seleção e limpeza do material;
3. Apoio estrutural do Governo do Estado;	3. Falta de divulgação da qualidade dos produtos reciclados;
4. Pólo reciclador dentro da cidade de Fortaleza, que diminui custo de transporte;	4. Inexistência de Incentivo fiscal;
	5. Falta de linhas de financiamento específica para indústrias recicladoras;

Passo 7: Detalhamento dos problemas;

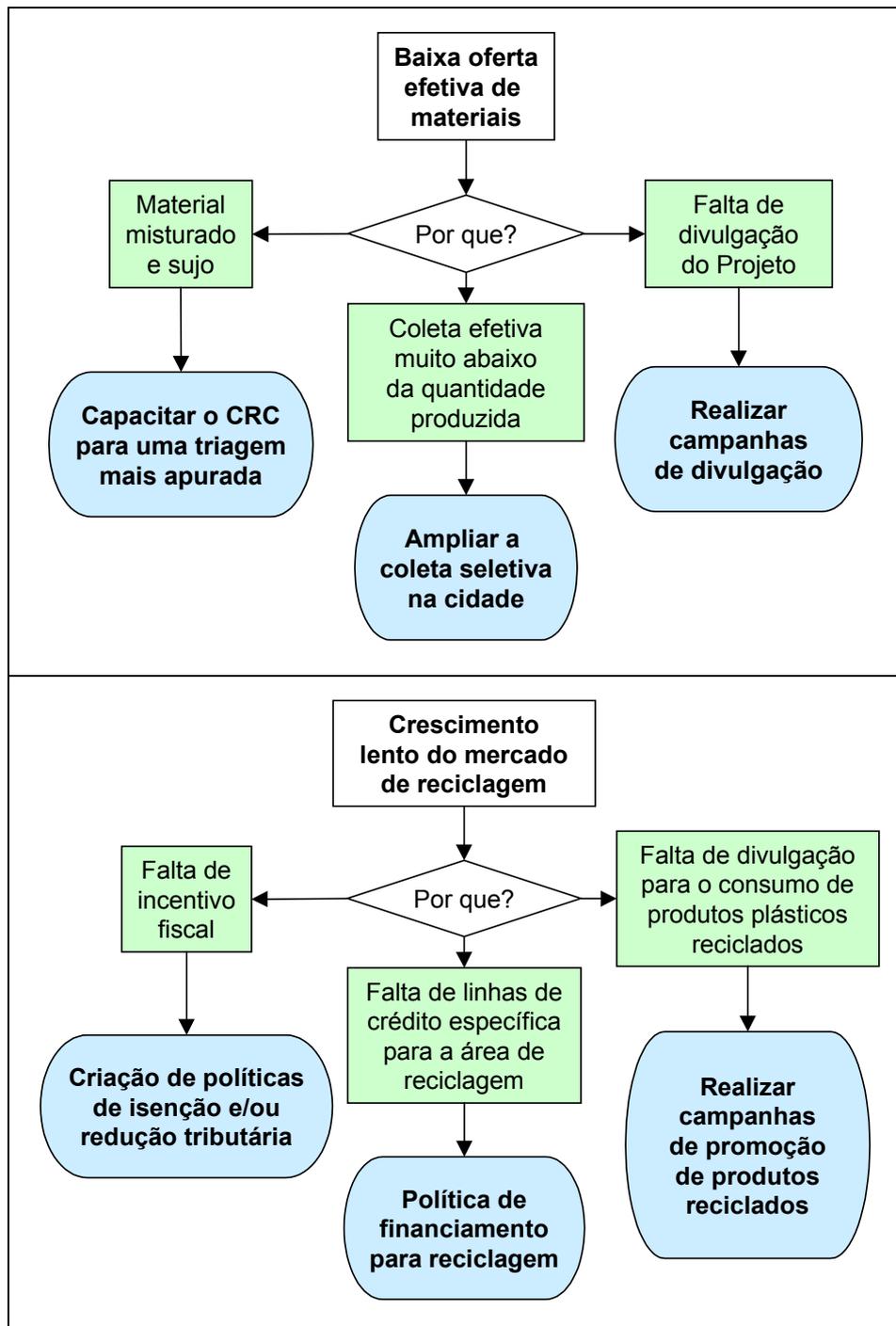


FIGURA 40: Fluxogramas de detalhamento dos problemas do ELO das Indústrias Recicladoras(SINDIVERDE)

Fonte: Arquivo do autor

Passo 8: Priorização das melhorias à serem implementadas;

Como ações de melhorias para este elo, sugere-se que as indústrias devam:

1. Contribuir e promover campanhas de divulgação da coleta seletiva;
2. Contribuir para a ampliação dos centros de coleta;
3. Criar campanhas de promoção dos produtos plásticos reciclados;
4. Unificar o setor em busca de incentivos fiscais e linhas de crédito para a atividade de reciclagem.

4.1.3. Análise Geral da Cadeia Produtiva dos RPR**Passo 9: Definição dos pontos fortes e pontos passíveis de melhoria da cadeia produtiva dos RPR;****TABELA 23:** Pontos Fortes da Cadeia Produtiva dos RPR

Pontos Fortes
1. Grande quantidade de RPR gerados em Fortaleza, aproximadamente 660 ton/dia;
2. Existência de 9 centros comunitários ligados ao Projeto Reciclando, divididos entre cinco SER's ;
3. Existência de catadores independentes na maioria dos bairros de Fortaleza;
4. Geração de ocupação e renda para pessoas fora do mercado de trabalho;
5. Atuação do Projeto Reciclando a mais de um ano na cidade;
6. Apoio estrutural e financeiro subsidiado pelo Governo do Estado;
7. Parcerias efetivas com SEBRAE/CE, SINE e SEMACE.
8. Pólo Reciclador dentro da região metropolitana de Fortaleza;

Fonte: Autor

TABELA 24: Pontos Passíveis de Melhoria da Cadeia Produtiva dos RPR

Pontos passíveis de melhoria
1. Organização da cadeia produtiva dos RPR;
2. Relacionamento intra-elos e inter-elos da cadeia produtiva dos RPR;
3. Sensibilização e conscientização da população, em relação ao lixo versus meio ambiente;
4. A imagem dos Agentes Recicladores (catadores de lixo), perante a sociedade;
5. A imagem dos produtos plásticos reciclados, no mercado local;
6. A quantidade de oferta efetiva de RPR coletados;
7. A qualidade dos RPR movimentados na cadeia;
8. Modelo atual de gerenciamento do Projeto Reciclando;
9. Falta de um planejamento estratégico integrado com todos os setores;
10. Falta de investimento nos elos responsáveis pela coleta;
11. Falta de incentivo fiscal e linhas de crédito para os setores da cadeia;
12. A atual estrutura física e operacional do projeto.

Fonte: Autor

Passo 10: Priorização das melhorias da cadeia produtiva dos RPR;

Para o desenvolvimento da cadeia produtiva dos RPR, é necessário a implementação de algumas ações que atendam a toda cadeia. Para isso são propostas as seguintes ações:

1. Mapear e diagnosticar a cadeia produtiva da reciclagem de Fortaleza;
2. Elaborar um planejamento estratégico integrado com todos os elos que compõem a cadeia;
3. Promover o debate sobre a coleta seletiva e a reciclagem, unindo-se ao Fórum do Lixo e Cidadania para aproximar os vários agentes da reciclagem;
4. Implantar um amplo programa continuado de educação, divulgação e sensibilização da coleta seletiva e da reciclagem;
5. Criar um programa de qualidade para as indústrias recicladoras de plásticos, visando melhorar a imagem que a sociedade tem dos produtos reciclados;
6. Criar um programa de capacitação padrão, para os diversos elos da cadeia;

7. Implantar um modelo de gerenciamento apropriado para a área de reciclagem;
8. Reivindicar a elaboração de políticas públicas que incentive os municípios e os estados a investirem nas atividades relacionadas à reciclagem;
9. Pleitear incentivos fiscais e a criação de linhas de crédito específicas para negócios relacionados a área de reciclagem;

Passo 11: Aplicação do ciclo PDCA.

O ciclo PDCA deverá ser aplicado após a implementação das ações propostas, com o objetivo de verificar as dificuldades ainda existentes na cadeia, e com isso buscar a melhoria contínua do sistema.

5. CONCLUSÕES E SUGESTÕES

A problemática dos resíduos sólidos vem sendo discutida a bastante tempo, em âmbito mundial, mas no Brasil vem sendo debatida de forma mais generalizada na última década, motivada pelos impactos ambientais causados pela disposição inadequada dos resíduos sólidos na natureza. Os lixões são exemplos clássicos dos problemas causados. Nas áreas onde existem lixões podem ser encontrados: solos contaminados, lençóis freáticos poluídos e famílias inteiras sobrevivendo do que é jogado neles. Essas famílias fazem parte da segunda geração de uma cadeia produtiva, que têm como base a reutilização de materiais descartados após o consumo, A RECICLAGEM.

Os gestores municipais estão começando a despertar para a busca de um tratamento adequado para os resíduos sólidos produzidos em suas cidades, que seja mais harmônico com a natureza.

A coleta seletiva está sendo o primeiro passo para alcançar essa harmonia. Diversos municípios já estão pondo em prática programas de coleta que promovem o retorno dos materiais recicláveis para o ciclo produtivo, utilizando-os na fabricação de novos produtos e ajudando a diminuindo a quantidade extraída de recursos naturais.

No início, os programas de coleta seletiva tinham uma visão muito romântica da reciclagem, priorizando apenas duas componentes: a social e a ambiental, deixando de lado a componente econômica. Esse foi um dos motivos de muitos programas suncubirem.

Somos parte de um sistema onde a vertente econômica deve ser pensada com muita atenção. A cadeia produtiva da reciclagem deve ser trabalhada visando atender de forma satisfatória os três pilares do desenvolvimento sustentável: Socialmente justo, Economicamente viável e Ambientalmente sustentável. Para isso faz-se necessário a utilização de um modelo de gerenciamento que contemple essas três variáveis.

O modelo de gestão dita de que forma uma atividade irá ser conduzida. Muitas atividades que são iniciadas, são fadadas ao fracasso, devido a forma que é gerenciada. Por essa razão os modelos de gerenciamento devem ser empregados de acordo com a atividade alvo.

A proposta apresentada nesta dissertação foi o modelo de GESTÃO PELA PRODUTIVIDADE SISTÊMICA, através do uso do Diagnóstico da Produtividade Sistêmica aplicada à Cadeia Produtiva dos Resíduos Plásticos Recicláveis do Projeto

Reciclando, visando detectar possíveis problemas que dificultam o funcionamento da cadeia do projeto como um todo, de forma mais eficaz.

Com as visitas de campo foi possível conhecer o funcionamento prático do sistema, os resultados, as dificuldades, as inquietações dos coordenadores dos centros e as reivindicações dos agentes dos recicladores.

Verificou-se que as campanhas de divulgação realizadas foram pensadas para curto prazo, contribuindo para que grande parte da população fortalezense ficasse sem conhecer o projeto, ou se conheceu não se sentiu motivada a separar os materiais. As ilhas ecológicas foram desativas devido não ter se alcançado o objetivo esperado e por descaso da população em relação à mesma.

Foi detectado um sistema de comunicação falho entre a coordenação geral do projeto, as coordenações dos centros comunitários e os agentes recicladores. Gerando assim, insatisfações e desligamentos de centros e agentes do projeto. Outro ponto que se destacou foi a dificuldade de gerenciamento dos centros, por parte dos coordenadores, devido a falta de capacitação, de apoio governamental, e principalmente financeiro, sendo obrigados a criarem sua própria forma de gerir suas unidades.

Percebeu-se que o SINDIVERDE passa por um momento de desestruturação, fazendo com que cada indústria recicladora conduza suas negociações de forma independente e desorganizada, contribuindo para o enfraquecimento do setor.

A partir da pesquisa verificou-se que as indústrias recicladoras de plásticos pesquisadas, possuíam uma capacidade ociosa total de 339 ton/mês. Se considerarmos as 25 ton/mês, aproximadamente, coletadas pelo CRC, apresentada na TABELA 18, concluímos que ainda existe uma demanda por RPR aproximada de 314 ton/mês.

A pesquisa contribuiu para um maior aprofundamento sobre conceitos relacionados a área de resíduos sólidos como: problemas, classificação e formas de tratamento. Enquanto na área específica de plásticos proporcionou um maior entendimento sobre: a origem, os tipos encontrados no mercado, métodos de separação e formas de reciclagem.

Considera-se que este trabalho vem trazer uma proposta de se ver a coleta seletiva de uma forma bem mais profissional, buscando aplicar um modelo de gerenciamento onde se possa planejar, executar, analisar e aprimorar, acompanhando a cadeia de uma forma ampla, almejando uma melhoria contínua em todos os elos da cadeia, desde a geração até a transformação e envio ao mercado.

Conclui-se também que o Projeto Reciclando não deve ser visto apenas como um projeto do governo estadual, e sim como um projeto de Fortaleza, requerendo um envolvimento amplo como: governo municipal, SEBRAE, SEMACE, universidades, entidades de classes, associações e população em geral.

Sugere-se, entretanto, para que o funcionamento da proposta aconteça, que as coordenações envolvidas no projeto se capacitem para conduzirem a implantação do modelo em suas unidades, motivarem e conscientizarem os envolvidos em toda a cadeia produtiva.

Espera-se que as ações de melhorias sugeridas no trabalho, sejam analisadas pela coordenação geral do projeto, e que na medida do possível sejam implementadas, visando alavancar as atividades de coleta seletiva e reciclagem dos resíduos plásticos recicláveis.

Sugere-se como trabalhos futuros, a realização de levantamentos mais aprofundados da cadeia produtiva da reciclagem no Ceará, utilizando metodologias específicas da área, visando dar subsídio ao desenvolvimento de atividades que visem sua organização, fortalecimento e ampliação.

Por fim, pretende-se que a partir dessa dissertação, novos trabalhos sejam desenvolvidos na mesma temática, de forma à contribuir para o crescimento organizado do setor.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, Cristiane Vianna. Unidade de Triagem e Compostagem da Lomba do Pinheiro Qualifica Produção Agro-ecológica. in: Revista Ecos -Ano 8 / nº19. Porto Alegre: 2001.

ABIPET. Reciclagem – 1998. Disponível em:<<http://www.abipet.org.br/2003/reciclagem.asp>>. Acesso: 8 jul. 2002

ABIVIDRO. Dados Estatísticos. Disponível em:<<http://www.abividro.org.br/dados.asp>>. Acesso em: 15 jan. 2003.

BARBIERI, José Carlos. Desenvolvimento e meio ambiente: as estratégias de mudanças da Agenda 21. Petrópolis: Vozes, 1997.

BERTALANFFY, Ludwig Von. Teoria geral dos sistemas. Petrópolis: Vozes, 1973.

BERTUSSI FILHO, L. A. Curso de Resíduos de Serviços de Saúde: Gerenciamento, Tratamento e Destinação Final. Curitiba: ABES, 1994.

BINSWANGER, Hans P. & KLAUS, Deininger. Explaining Agricultural and Agrarian Policies in Developing Countries. Journal of Economic Literature, 1997.

BLAUTH, Patrícia. Jornal A Notícia - Caderno Especial Recicle – Recicla vem depois. Disponível em:<<http://www.an.com.br>>. Acesso em: 07 abr. 2000.

CALDERONI, Sabetai. Coleta Seletiva de Lixo: Experiências Brasileiras. São Paulo: UFF/CIRS, 1998.

_____. Os Bilhões Perdidos no Lixo. São Paulo: Humanitas - FFLCH/USP, 1997.

CASTELO, Síntia M. R. Geração de renda e educação ambiental no Pirambu – uma abordagem holística para a questão dos resíduos. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Fortaleza: UFC, 2000.

CAVALCANTI, Clóvis (org.). Desenvolvimento e natureza: estudo para uma sociedade sustentável. São Paulo: Cortez – Fundação Joaquim Nabuco, 1998.

CEMPRE. Ficha Técnica nº 1 - Papel de Escritório. Disponível em:<<http://www.cempre.org.br/fichas/ficha1.html>>. Acesso: 15 ago. 2000.

_____. Ficha Técnica nº 10 - Longa Vida. Disponível em:<<http://www.cempre.org.br/fichas/ficha10.html>>. Acesso: 15 ago. 2000.

_____. Ficha Técnica nº 12 – Composto Urbano. Disponível em:<<http://www.cempre.org.br/fichas/ficha12.html>>. Acesso: 15 ago. 2000.

CEMPRE. Ficha Técnica nº 2 - Papel Ondulado. Disponível em: <<http://www.cempre.org.br/fichas/ficha2.html>>. Acesso: 15 ago. 2000.

CETESB. Parecer Técnico Nº 001/91/CAI/CAS. São Paulo: CETESB, 1991.

CHENNA, Sinara Inácio Meireles. Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos. in: Análise de Projeto para Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos. Rio de Janeiro: ABES/DN e CEF, 1999.

_____. Projetos Técnicos de Adequação dos Serviços de Limpeza Urbana de Itabirito/MG. Minas Gerais: 1998.

DIÁRIO DO NORDESTE. Consórcio do Lixo Funciona desde Junho no Pirambu. Fortaleza: 7 jul. 1996, Caderno Cidade.

FAYET, Rafael Alves. Diagnóstico da Produtividade Sistêmica Uma Abordagem Sistêmica e Gerencial da Produtividade. Curitiba: IBQP/PR, 2002.

FERREIRA, Ademir Antônio; REIS, Ana Carla Fonseca; PEREIRA, Maria Isabel. Gestão empresarial: de Taylor aos nossos dias. São Paulo: Pioneira, 1997.

FIGUEIREDO, Paulo Jorge Moraes. A sociedade do lixo: os resíduos, a questão energética e a crise ambiental. Piracicaba: UNIMEP, 1994.

GANTZEL, Gerson. Revolução nos Custos. Salvador: Casa da Qualidade, 1996.

GIL, A. Técnicas de Pesquisa em Economia e Elaboração de Monografias. São Paulo: Atlas, 2000.

GLAUCO, Jorge. Projeto Vida - Educação Ambiental - Lixo. Disponível em: <<http://projetovida.sites.uol.com.br/reciclando99.htm>>. Acesso em: 21 jul. 2000.

GRADVHOL, Alberto. Gestão ambiental consórcio do lixo. Fortaleza: SEBRAE/CE, 1996.

GRIMBERG, Elisabeth & BLAUTH, Patrícia.(orgs.). Coleta Seletiva: Reciclando materiais, reciclando valores. São Paulo: Pólis, 1998.

HOGAN, D. Crescimento populacional e desenvolvimento sustentável. São Paulo: Lua Nova - Cedec, 1993.

IBGE. Atlas do Meio Ambiente do Brasil. Brasília: IBGE, 1991.

INSTITUTO DO PVC. PVC e o Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www.institutodopvc.org/meioamb.htm>>. Acesso: 18 nov. 2002.

IPLANCE. Mapa da situação dos resíduos sólidos no Ceará – relatório de pesquisa. Fortaleza: Edições IPLANCE, 2000.

LAKATOS, E. & MARCONI, M. Fundamentos de Metodologia Científica. São Paulo: Atlas, 1991.

LIMA, Luiz Mario Queiroz. Tratamento de Lixo. São Paulo: Editora HEMUS, 1991.

MANCINI, Sandro Donnini. Caracterização Física dos Materiais Processados na Usina de Reciclagem e Compostagem de Resíduos Urbanos de Araraquara/SP com ênfase em Materiais Plásticos e Estudo da Influência de Múltiplas Reciclagens em Propriedades do Poli(Tereftalato de Etileno) – PET Pós-consumo. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Materiais). São Paulo: UFSCar, 1996.

MANRICH, Sati. et al. Identificação de plásticos - Uma ferramenta para reciclagem. São Carlos: Editora UFSCar, 1997.

MERA, Ruben Dario Mayorga. Crítérios do Marketing Social na Redução da Vulnerabilidade do Homem do Campo, Decorrente de Variações Climáticas: Um Estudo de Caso. Fortaleza: UECE, 2003.

MIRANTE, Charles Vittorio A. Reciclagem 2000 – Pirólise. São Paulo: Limpurb, 2000.

_____. Reciclagem 2000 – Aterros Sanitários. São Paulo: Limpurb, 2000.

MOTA, Suetônio. Introdução à engenharia ambiental. Rio de Janeiro: ABES, 1997.

NOCETTI, J. A. Estudo de caso. In: Análisis económico de los datos de la investigación em Gana Dería. Montevideo: IICA Zona Sur, 1971.

OGATA, M. G. Os resíduos sólidos na organização do espaço e na qualidade do ambiente urbano: uma contribuição geográfica ao estudo do problema na cidade de São Paulo. Rio de Janeiro: IBGE. 1983.

OLIVEIRA, Emílio A. G. Reutilização de resíduos sólidos em mobiliários: aplicação de tecnologia sustentável no movimento Emaús, Fortaleza – CE. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Fortaleza: UFC, 2002.

OROFINO, Flávia Vieira Guimarães. Aplicação de Um Sistema de Suporte Multicritério - Saaty For Windows - Na Gestão dos Resíduos Sólidos de Serviços de Saúde - Caso do Hospital Celso Ramos. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Florianópolis: UFSC, 1996.

PENIDO, José Henrique. Sistema de Compostagem. In: Modelo de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos. Brasília: Fundo Nacional do Meio Ambiente, 2001.

PETROMIX. Processo de Reciclagem I. Disponível em: <http://www.petromix.com.br/pross_reci.htm>. Acesso: 5 jun. 2003.

_____. Reciclagem de Plásticos. Disponível em: <http://www.petromix.com.br/reci_plast.htm>. Acesso: 5 jun. 2003.

PLASTVAL. Transformação dos Plásticos. Disponível em: <<http://www.plastval.pt/conteudo/consumidores/transformacao.html>>. Acesso: 18 nov. 2002.

PLASTIVIDA. Reciclagem Energética. Disponível em: <<http://www.plastivida.org.br/reciclando/energia.htm>>. Acesso: 14 jun. 2003.

_____. Reciclagem Mecânica. Disponível em: <<http://www.plastivida.org.br/reciclando/mecan.htm>>. Acesso: 14 jun. 2003.

_____. Reciclagem Química. Disponível em: <<http://www.plastivida.org.br/reciclando/quimica.htm>>. Acesso: 14 jun. 2003.

POLITENO. Curso Básico Intensivo de Plásticos. Niterói: Jornal de Plásticos, 1997.

RECICLOTECA. Informativo Recicloteca N°7 – O Papel. Disponível em: <<http://www.recicloteca.org.br>>. Acesso: 6 dez. 2001.

_____. Materiais Recicláveis - O Vidro. Disponível em: <<http://www.recicloteca.org.br>>. Acesso: 6 dez. 2001.

_____. Materiais Recicláveis – O Plástico. Disponível em: <<http://www.recicloteca.org.br>>. Acesso: 6 dez. 2001.

REGO, R. C. E. Planos de Gerenciamento e Formas de Tratamento de Resíduos de Serviços de Saúde. Florianópolis: 1994.

RODRIGUES, Arlete Moysés. Produção e consumo do e no espaço: problemática ambiental urbana. São Paulo: Hucitec, 1998.

ROLIM, Aline Marques. A Reciclagem de Resíduos de EVA da Indústria Calçadista. In: V Encontro Nacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente. São Paulo: Plêiade, 1999. Anais.

SACHS, Ignácy. Ecodesenvolvimento: crescer sem destruir. São Paulo: Vértice, 1986.

SÃO PAULO.(Estado).IPT. Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado. São Paulo: IPT/CEMPRE, 1995.

SANTOS, J. & PARRA FILHO. Metodologia Científica. São Paulo: Siciliano, 1998.

SCHALCH, Valdir; LEITE, Wellington Cyro de Almeida. Gerenciamento integrado de resíduos sólidos. In: World-Wide Symposium Pollution in Large Cities. Venice: ABES/ANDIS/AIDIS, 1995.

SAKAMOTO, Clóvis. SILAEX Química - Poliuretano. Disponível em:<<http://www.silaex.com.br/pu.htm>>. Acesso: 18 set. 2001

SINDIVERDE. Projeto Ilhas Ecológicas. Fortaleza: SEBRAE/CE, 1996.

SIRESP. As Empresas da 2ª Geração da Cadeia Produtiva do Plástico - 1998. Disponível em: <<http://www.siresp.org.br/industri.htm>>. Acesso: 18 nov. 2002.

SKROBOT, Luiz Cláudio. Gestão institucional e projetos de P&D. Dissertação (Mestrado em Administração). São Carlos: UFSCar, 1997.

SLACK, Nigel Administração da Produção. São Paulo: Atlas, 1997.

SMITH, Elizabeth A. Manual da Produtividade – Métodos e Atividades para Envolver os Funcionários na Melhoria da Produtividade. Rio de Janeiro: Editora Qualitymark, 1993.

TETRA PAK. Tetra Pak e o Meio Ambiente - Perguntas e Respostas. São Paulo: Tetra Pak, 2001.

TETRA PAK. Relatório Ambiental 2001. São Paulo: Tetra Pak, 2002.

UNESCO. Educação para um futuro sustentável: uma visão transdisciplinar para ações compartilhadas. Brasília: IBAMA, 1999.

VELLOSO, Cássio Humberto Versiani. Modelos tecnológicos para sistemas de tratamento e destinação final de RSU. In: Modelo de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos. Brasília: Fundo Nacional do Meio Ambiente, 2001.

_____. Os resíduos urbanos : problema global - pesquisa de um cidadão em sua própria lata de lixo. Brasília: UNESCO, 1995.

VICK. Poliestireno. Disponível em:<<http://www.vick.com.br/produtos/>>. Acesso: 21 nov. 2001.

WHITE, Rodney & WHITNEY, Joseph. Cities and the environment: an overview. In: White, Rodney et al. (orgs.). Sustainable cities. Boulder: Westview Press, 1992.

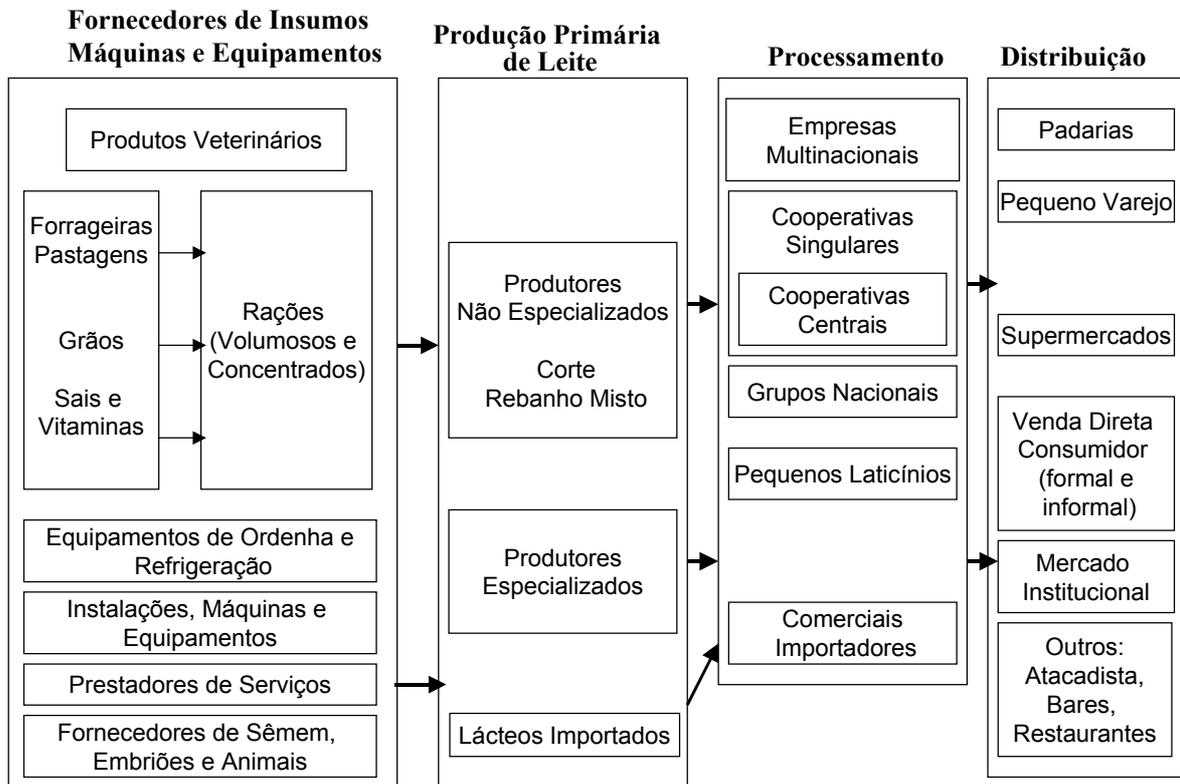
YOSHIDA, Américo. Nova Mecânica Industrial – Metais, Ligas e Tratamento Térmico. São Paulo: 1985.

ZANON, U. Riscos infecciosos imputados ao lixo hospitalar. Realidade epidemiológica ou ficção sanitária?. Espírito Santo: Prefeitura de Vitória/CDV, 1992.

ANEXO

ANEXO

Cadeia Produtiva do Leite



Fonte: WILHELM(2002)

APÊNDICES

APÊNDICE A**PESQUISA SOBRE AS INDÚSTRIAS RECICLADORAS DE PLÁSTICOS****Fortaleza / 2002**

1. Empresa: _____
2. Responsável: _____
3. Início das atividades: ___/___/___ ou _____ anos
4. Como conseguiu montar a empresa? _____
5. Número de funcionários da administração: _____
6. Número de funcionários da produção: _____
7. Capacidade máxima de produção: _____
8. Capacidade média utilizada atualmente: _____
9. Se Q8 menor que Q7, qual o motivo? _____
10. Ficha de produtos da reciclagem.(em anexo)
11. Remuneração média dos funcionários da produção: _____
12. Número de acidentes de trabalho por mês? _____
- 13 O que a empresa faz pelos funcionários em relação à saúde e segurança do trabalho?
14. Já procurou apoio técnico? 1. () Sim 2. () Não
15. Quem procurou? _____
16. Ficou satisfeito com o apoio? _____ Por que? _____
17. Qual a despesa da empresa com tributação(IPI, ICMS, ...)? _____
18. O que o poder público pode contribuir para o seu tipo de negócio(financiamento, tributação, coleta seletiva, ...)? _____
19. Quais os planos de expansão da empresa? _____
20. O que pensa sobre as indústrias informais de reciclagem? _____
21. O que imagina que vai acontecer no Ceará e no Brasil em relação a reciclagem?
22. Sugestão para melhoria da reciclagem:

APÊNDICE B**FICHA INFORMATIVA DE PRODUTO DA RECICLAGEM****10. Informações relacionadas a cada produto da reciclagem na empresa (uma ficha por produto):**

10.1. Produto da reciclagem: _____

10.2. Valor de venda do produto: _____

10.3. Matéria-prima utilizada: _____

10.4. Valor de compra da matéria-prima: _____

10.5. Fornecedores da matéria-prima: _____

10.6. Quantidade necessária p/ produzir 1 peça: _____

10.7. Problemas no fornecimento da matéria-prima:

10.8. Como gostaria de adquirir a matéria-prima:

10.9. Quanto pagaria à mais pela melhoria: _____

10.10. Que tipos de resíduos são gerados? _____

10.11. Como são tratados os resíduos gerados? _____

10.12. Principais clientes desse produto: _____

APÊNDICE C

GLOSSÁRIO DE TERMOS AMBIENTAIS

Adubos: Substâncias essenciais ao perfeito desenvolvimento das plantas.

Aeração do solo: A porosidade do solo regula a circulação de água, do ar e de muitos animais. Um solo compacto e pouco poroso pode impedir as imigrações verticais dos animais sensíveis à temperatura e à umidade, impedindo, deste modo, a existência deles.

Aeróbio: Estado biológico de vida e crescimento na presença de

Aerossol: Suspensão de partículas extremamente pequenas ou gotículas de líquido no ar ou num gás. Os gases sob pressão são aplicados numa variedade de substâncias como os aerossóis, desde tintas a insecticidas em spray até medicamentos para a asma. O uso de CFC's como propulsores em latas de aerossol foi relacionado com a destruição da camada de ozono protectora da terra.

Anaeróbio: Estado biológico da vida e crescimento na ausência de oxigénio livre.

Aquecimento global: Um aumento da temperatura na superfície da terra. O aquecimento global aconteceu no passado devido a influências naturais, mas o termo é utilizado hoje em dia na maioria das vezes para referir o aquecimento que resulta do aumento das emissões dos gases com efeito de estufa.

Área protegida: Zona considerada como um importante ecossistema de um território. Pretende-se a protecção e a conservação da vida selvagem, do património cultural e paisagístico dessa área.

Armazenagem subterrânea: Uma instalação permanente de armazenagem de resíduos numa cavidade geológica profunda, como por exemplo, uma mina de sal ou de potássio.

Armazenagem: A deposição temporária e controlada, por prazo não determinado, de resíduos antes do seu tratamento, valorização ou eliminação.

Aterro sanitário: lugar destinado a disposição de resíduos no solo, especialmente o lixo domiciliar, que utilizando normas técnicas de engenharia específicas, permite um confinamento seguro, no que diz respeito ao controle da poluição ambiental e de protecção ao meio ambiente..

Aterro: Instalações de eliminação utilizadas para a deposição controlada de resíduos, acima ou abaixo da superfície do solo.

Atmosfera: camada de gases que rodeiam a Terra.

Avaliação de risco: Avaliação qualitativa ou quantitativa do risco para a saúde humana e/ou para o ambiente pela actual ou potencial presença e/ou uso de um poluente específico.

Bauxita: minério extraído de jazidas naturais para produção do alumínio.

Bio acumulação: Absorção e concentração de elementos químicos tóxicos nos organismos vivos. Metais pesados e pesticidas, como o DDT, são armazenados nos tecidos gordurosos dos animais e transmitidos aos seus predadores, como p.e. o Homem. Os resultados são concentrações cada vez mais elevadas do pesticida no tecido gorduroso, levando finalmente a níveis prejudiciais nos organismos no alto da cadeia alimentar, como o Homem.

Biodegradável: Capaz de se decompor em condições naturais por processos biológicos, especialmente ação bacteriana.

Biodiversidade: Refere-se à grande diversidade de plantas e animais do planeta e considera a importância de todos.

Biogás: Mistura de gases, com preponderância de gás metano, resultante da digestão anaeróbia de resíduos orgânicos.

Bioma: Comunidade biótica que se caracteriza pela uniformidade fisionômica da flora e da fauna que a formam e se influenciam mutuamente.

Biomassa: Toda a matéria viva numa certa área, muitas das vezes refere-se à vegetação.

Biosfera: A parte da Terra e a sua atmosfera que podem suportar vida.

Biota: Conjunto de seres vivos que habitam um determinado ambiente ecológico, em estreita correspondência com as características físicas, químicas e biológicas desse ambiente. Conjunto de componentes vivos (bióticos) de um ecossistema.

Biotransformação: Conversão de uma substância noutros compostos, por organismos; inclui a biodegradação.

Cadeia alimentar: Sequência de seres vivos que estabelecem entre si relações alimentares. Numa cadeia alimentar os organismos organizam-se por níveis tróficos. Os seres vivos de cada nível trófico alimentam-se dos seres que estão no nível trófico precedente e servem de alimento aos que estão no nível trófico seguinte.

Camada de ozônio: A camada protetora da atmosfera, 15 milhas acima da superfície terrestre, que absorve alguns raios ultravioletas, reduzindo a quantidade das radiações perigosas que chegam à superfície terrestre.

Chuva ácida: Um fenômeno químico e atmosférico complexo que ocorre quando as emissões de compostos de azoto e enxofre e outras substâncias são transformadas por processos químicos na atmosfera, na maioria das vezes longe das fontes, e são depois depositados no solo na forma seca ou húmida. As formas húmidas, são normalmente chamadas de chuva ácida, podem atingir o solo na forma de precipitação, neve, ou nevoeiro. As formas secas são gases ácidos ou partículas.

Ciclo de vida de um produto: Todas os estados do desenvolvimento de um produto, desde a extração do combustível para a energia de produção, passando pelo marketing, uso e deposição.

Cinzas de resíduos urbanos: Cinzas produzidas pela incineração de resíduos sólidos municipais em caldeiras.

Clorofluorcarbonetos(CFC): Classe de compostos orgânicos que contêm carbono, cloro e flúor, usados na refrigeração, ar condicionado, embalagens, isolamento, ou como solventes e impulsores em aerossóis. Os CFCs não são tóxicos, mas vêm sendo abolidos porque se acumulam na atmosfera superior, onde a luz solar os transforma em agentes químicos que destroem a camada de ozono protectora da terra.

Coleta Seletiva: Coleta dos resíduos sólidos urbanos separadamente por tipo de material, de acordo com um programa pré-estabelecido, com vista a futura valorização.

Combustíveis Alternativos: Substitutos dos tradicionais líquidos, combustíveis de motores de veículos derivados de petróleo tais como gasolina e gasóleo. Inclui mistura de combustíveis compostos por álcool com gasolina, metanol, etanol, gás natural comprimido, entre outros.

Compactação: Redução do volume dos resíduos sólidos através de cilindragem e calcamento.

Composição dos Resíduos: Caracterização analítica dos resíduos, podendo ser física, química ou específica como no caso de investigações com vista à valorização (energética, multimaterial ou outra).

Compostagem ou Reciclagem Orgânica: Processo de reciclagem onde se dá a degradação biológica, aeróbica ou anaeróbica, de resíduos orgânicos, de modo a proceder à sua estabilização, produzindo uma substância húmica, utilizável em algumas circunstâncias como um condicionador de solo.

Composto: O material húmico relativamente estável que é produzido de um processo de compostagem em que as bactérias do solo transformam os resíduos em fertilizantes orgânicos.

Contaminação: Introdução na água, ar, ou solo de microorganismos, químicos, substâncias tóxicas, resíduos, ou efluentes contaminados numa concentração que faz o meio inapto para o seu uso.

Contaminante: Qualquer substância ou matéria física, química, biológica ou radiológica que tem efeitos adversos no ar, água ou solo.

Decomposição: A transformação da matéria por bactérias ou fungos, alterando a a forma química da mesma e a sua aparência física.

Decompositor: Grupo de consumidores (bactérias ou fungos) que utilizam a matéria orgânica de cadáveres, excrementos de animais e resíduos vegetais. Decompõem-na e transformam-na de novo em matéria mineral.

Descontaminação: Remoção de substâncias perigosas tais como tóxicos perigosos, bactérias perigosas ou outros organismos, ou material radioactivo da exposição de pessoas, compartimentos e mobília em edifícios ou no ambiente exterior.

Desenvolvimento Sustentável: desenvolvimento social, económico e ambiental, que atende às demandas da geração presente sem comprometer o atendimento das necessidades das gerações futuras. Desenvolvimento sem comprometimento dos ecossistemas.

Dioxina: Família de compostos conhecidos quimicamente como dibenzo-p-dioxinas. Têm uma toxicidade potencial como contaminantes de produtos comercializados. Testes de laboratório indicam que são um dos compostos antropogénicos mais tóxicos.

Disposição de RSU: i) operação doméstica de preparação dos RSU para a coleta municipal. ii) operação técnica de colocação dos resíduos em local apropriado previamente designado, por exemplo

Ecologia: Ciência que estuda as relações que se estabelecem entre os animais e as plantas e o seu meio ambiente.

Ecossistema: O sistema interativo de comunidade biológica e dos seus elementos não vivos.

Efeito de estufa: O aquecimento da atmosfera terrestre atribuído a um reacção do dióxido de carbono e de outros gases; alguns cientistas pensam que esta reacção permite aos raios solares aquecerem a terra.

Embalagem não reutilizável: Embalagem que se transforma em resíduo após ser usada pelo consumidor ou utilizador, não voltando a ser cheia e/ou usada para cumprir o mesmo fim para o qual inicialmente foi criada. Também designadas por embalagens sem tara, de tara perdida ou sem depósito.

Embalagem reutilizável: Embalagem concebida e projetada para cumprir várias utilizações da mesma natureza. São denominadas de retornáveis.

Emissão: Descargas poluentes para o meio ambiente, água, solo ou ar, resultantes na maioria das vezes das atividades humanas.

Erosão: Força da natureza que provoca erosão, ou seja, o desgaste das rochas e dos solos. Os principais agentes erosivos são o vento, a chuva, o gelo, as mudanças de temperatura, os seres vivos, os cursos de água, a ondulação e as correntes marítimas. Muitas vezes os agentes erosivos actuam de forma combinada.

Escória de alto forno: Resíduo não metálico da produção de ferro gusa. Quando resfriada bruscamente (granulada) possui propriedades aglomerantes.

Esgoto: refugo ou água, oriundos de residências e indústrias, que são escoados por pias, canos e banheiros.

Estação de compostagem: Instalação industrial de tratamento por compostagem.

Estação de incineração: Instalação industrial de tratamento por incineração.

Estações de transferência ou transbordo: Instalações onde os resíduos são descarregados com o objetivo de os preparar para serem transportados para outro local de tratamento, valorização ou eliminação.

Estações de Triagem: Instalações onde os resíduos são separados, mediante processos manuais ou mecânicos, em materiais constituintes destinados a valorização, ou a outras operações de gestão.

Extinção: Desaparecimento de uma espécie ou a condição de não haver membros vivos remanescentes; também o processo de causar essa condição.

Fauna: Conjunto de animais existentes numa determinada região.

Flora: Conjunto de plantas existentes numa determinada região.

Forno de fusão ou recuperação: forno onde a sucata de alumínio é fundida, as impurezas eliminadas, gerando o alumínio reciclado.

Gases de aterro: Os gases produzidos pelos resíduos depositados em aterro.

Gases de estufa: Um gás, tal como o dióxido de carbono ou o metano, que contribui para as alterações climáticas.

Gestão de resíduos: As operações de coleta, transporte, armazenagem, tratamento, valorização e eliminação dos resíduos, incluindo a monitorização dos locais de descarga após o encerramento das respectivas instalações, bem como o planejamento dessas operações.

Habitat: O local onde a população vive e suas vizinhanças, de vivo e não-vivo.

Húmus: planta ou matéria animal decompostas que fazem parte do solo.

Impacto ambiental: Mudança induzida pelo Homem no ambiente natural.

Impermeável: Que não permite a passagem de fluidos como água ou gás. Atualmente, é exigido que os aterros tenham revestimentos impermeáveis abaixo deles para evitar que substâncias tóxicas vazem e contaminem o lençol freático.

Incineração: Uma tecnologia que envolve a destruição dos resíduos por combustão controlada a altas temperaturas. Queimar resíduos. O controle da poluição atmosférica reduziu o uso de incineração nos depósitos de resíduos municipais. Contudo uma forma especializada de incineração é atualmente usada para queimar os resíduos municipais e recuperar o calor resultante da geração de energia ou aquecimento do espaço.

Indústria transformadora: empresa fabricante de produtos semi-manufaturados e manufaturados que não tem produção própria de sua matéria-prima.

Instalação de incineração: Qualquer equipamento técnico afecto ao tratamento de resíduos por via térmica, com ou sem recuperação do calor produzido por combustão, incluindo o local de de implantação e o conjunto da instalação nomeadamente o incinerador, seus sistemas de alimentação por resíduos, por combustíveis ou pelo ar, os aparelhos e dispositivos de controlo das operações de incineração, de registo e de vigilância contínua das condições de incineração.

Lençol freático: lençol d'água subterrâneo que se forma em profundidade relativamente pequena. O lençol freático forma o limite entre a zona de saturação e a zona de aeração.

Lixiviação: Lavagem do solo pela água das chuvas.

Lixo: algo que se joga fora ou que não se usa mais.

Lodo de esgoto: Lodo obtido pelo tratamento de esgotos.

Matéria orgânica: Resíduos contendo carbono existentes em matéria vegetal ou animal e que tem origem em fontes domésticas e industriais.

Meio ambiente: Soma total das condições externas circundantes no interior das quais um organismo, uma condição, uma comunidade ou um objeto existe. O meio ambiente não é um termo exclusivo, os organismos podem ser parte do ambiente de outros organismos.

Metais pesados: Elementos metálicos com grande peso atômico (ex. mercúrio, cádmio, arsênico, e chumbo). Podem causar danos nos seres vivos em pequenas concentrações e tendem a acumular-se na cadeia alimentar.

Metano: Um gás incolor, não perigoso, inflamável, que resulta da decomposição anaeróbia dos compostos orgânicos. É um dos principais componentes do gás natural.

Microrganismos: seres vivos não-visíveis a olho nu.

Monóxido de Carbono(CO): Um gás sem odor, sem cor, perigoso que é produzido pela combustão incompleta de hidrocarbonetos, como os gerados pela queima de combustíveis dos automóveis. É o principal poluente do ar. Provoca envenenamento nos seres vivos.

Não-biodegradável: Designa substância que não é dissolvida por processos naturais, permanecendo, assim, em sua forma original por longos períodos de tempo. Muitos plásticos e alguns pesticidas são não-biodegradáveis.

Nicho ecológico: É o papel que o organismo desempenha no ecossistema. O conhecimento de nicho ecológico permite responder às seguintes questões: como, onde e à custa de quem a espécie se alimenta, por quem é comida, como e onde descansa e se reproduz.

Nutrientes: materiais necessários ao crescimento e à vida, como a água, os minerais, as gorduras e os carboidratos.

Ozônio(O₃): Gás incolor que se localiza na estratosfera, camada da atmosfera, e que é de importância vital para os seres vivos, uma vez que impede que os raios UV provenientes do sol, cheguem à superfície da Terra.

Pesticida: Substância usada para matar ou para controlar organismos nocivos ou destrutivos. Inseticidas, herbicidas, germicidas, fungicidas e raticidas são pesticidas.

Pirólise: Decomposição de um químico através do calor.

Poluente Atmosférico: Substância na atmosfera, que pode em certas concentrações, ser perigosa para o homem, para os animais, plantas, ou materiais. As substâncias podem ter origem em combustões naturais ou artificiais. Podem encontrar-se na forma de partículas sólidas, gotas líquidas, gasosa, ou em combinação.

Poluente: Geralmente, uma substância introduzida no ambiente que o afeta adversamente.

Poluentes tóxicos: Materiais que causam morte, doença, ou defeitos genéticos nos organismos quando ingeridos ou absorvidos. As quantidades e exposição necessária para causar estes efeitos pode ser variável.

Poluição marinha: poluição de mares e oceanos.

Poluição: Geralmente, a presença de uma substância no ambiente que devido à sua composição química ou quantidade impede o funcionamento normal de processos naturais ou produz efeitos no ambiente e na saúde indesejáveis. O ruído e o calor também podem gerar poluição.

Preservação: Em sentido mais estrito, manutenção ou conservação do ambiente natural como ele é, sem mudança ou extração de recursos, ao contrário de uma abordagem mais utilitária de uso múltiplo de manejo da terra.

Prevenção: Diminuição da quantidade e da nocividade para o ambiente de materiais e substâncias utilizadas nas embalagens, bem como da quantidade e nocividade de embalagens e resíduos de embalagens, ao nível do processo de produção, comercialização, distribuição, utilização e eliminação, em especial através do desenvolvimento de produtos e tecnologias .limpos..

Produção de resíduos: O peso ou volume de materiais e produtos que entram no esgoto ou no .lixo. antes de serem reciclados, compostados, irem para aterro, ou combustão. Pode também representar a quantidade de resíduos gerados por uma fonte ou categoria de fontes.

Putrefação: Decomposição biológica da matéria orgânica; associado a condições anaeróbias.

Radiação: emissão ou desprendimento de raios ou partículas por uma substância.

Radioatividade: Emissão de radiação nuclear.

Reciclagem orgânica ou Compostagem: O tratamento aeróbio (compostagem) ou anaeróbio (biometanização) através de microrganismos e em condições controladas, das partes biodegradáveis dos resíduos de embalagens, com produção de resíduos orgânicos estabilizados ou de metano, não sendo a deposição em aterros considerada como forma de reciclagem orgânica.

Reciclagem primária: Reciclagem de um resíduo dentro da mesmo processo industrial que o gerou. Exemplo: reciclagem de embalagens plásticas na indústria de embalagens.

Reciclagem secundária: Reciclagem de um resíduo como matéria prima para outro processo industrial. Exemplo: reciclagem de embalagens plásticas como material de construção civil .

Reciclagem: É o processo pelo qual um resíduo é reincorporado no processo produtivo para ser usado como matéria prima para fabricação de novos produtos.

Recuperação de energia: Obtenção de energia dos resíduos através de variados processos (ex. combustão).

Recuperação: Toda a operação de recolha e triagem por materiais com o objetivo de proceder à reutilização das embalagens usadas e à valorização dos resíduos.

Recurso natural: Qualquer coisa obtida do ambiente vivo e não vivo para preencher as necessidades e desejos humanos.

Recursos naturais não-renováveis: Recursos que existem em quantidades fixas em vários lugares da crosta terrestre e têm potencial para renovação apenas por processos geológicos, físicos e químicos que ocorrem em centenas de milhões de anos. O carvão e outros combustíveis fósseis são não-renováveis.

Recursos naturais renováveis: Recursos que potencialmente podem durar indefinitivamente sem reduzir a oferta disponível porque são substituídos por processos naturais. A madeira, os moluscos e os pastos são exemplos de recursos renováveis. Recursos não-renováveis como o carvão e o petróleo, podem finalmente ser substituídos por processos naturais, mas estes ocorrem por longos períodos de tempo geológico e não na estrutura de tempo da civilização corrente.

Refugo: algo que se joga fora.

Resíduo de serviços de saúde: Resíduos gerados nas atividades do sistema de saúde. Principal problema é a contaminação por microrganismos patogênicos e metais pesados.

Sinónimo: resíduo hospitalar.

Resíduos biodegradáveis: Os resíduos que podem ser sujeitos a decomposição anaeróbia ou aeróbia, como por exemplo, os resíduos alimentares e de jardim, o papel e o cartão.

Resíduos de fibra de celulose: Resíduos de papel desagregados ou celulose residual do processo de produção de papel.

Resíduos de fibras vegetais: Resíduos da manufatura de produtos que utilizam fibras vegetais. Normalmente constituído de fibras de pequenas dimensões. Inclui fibras de coco, fibra de sisal.

Resíduos Industriais: Os resíduos gerados em actividades industriais, bem como os resultados das actividades de produção e distribuição de electricidade, gás e água.

Resíduos inertes: Os resíduos que não sofrem transformações físicas, químicas ou biológicas importantes e, em consequência, não podem ser solúveis nem inflamáveis, nem ter qualquer outro tipo de reacção física ou química, e não podem ser biodegradáveis, nem afectar negativamente outras substâncias com as quais entem em contacto de forma susceptível de aumentar a poluição do ambiente ou prejudicar a saúde humana. A lixiviabilidade total, o conteúdo poluente dos resíduos e a ecotoxicidade do lixiviado devem

ser insignificantes e, em especial, não pôr em perigo a qualidade das águas superficiais e subterrâneas.

Resíduos orgânicos: Restos de origem biológica. Materiais que já pertenceram a organismos vivos e que podem ser objecto de compostagem ou fermentação.

Resíduos Perigosos: Os resíduos que apresentem características de perigosidade para a saúde ou para o ambiente, nomeadamente os definidos em portaria dos Ministros da Economia, da Saúde, da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas e do Ambiente, em conformidade com a lista de Resíduos perigosos, aprovada por decisão do Conselho da União Europeia.

Resíduos perigosos: Os resíduos que apresentem características de perigosidade para a saúde ou para o ambiente.

Resíduos urbanos: Os resíduos domésticos ou outros resíduos semelhantes, em razão da sua natureza ou composição, nomeadamente os provenientes do sector de serviços ou de estabelecimentos comerciais ou industriais e de unidades prestadoras de cuidados de saúde, desde que, em qualquer dos casos, a produção diária não exceda 1100L por produtor.

Resíduos verdes: O mesmo que material verde. Resíduos de composição vegetal em que o carbono é o elemento limitante estando o azoto em excesso (relação C/N inferior a 30:1). Apresentam normalmente uma coloração verde e humidade elevada (como nas aparas de relva).

Resíduos: Todos os produtos gerados em qualquer processo que não aquele(s) para os quais o processo foi estruturado ou concebido ou dejetos de seres vivos.

Reutilização: Qualquer operação pela qual uma embalagem, concebida e projetada para cumprir, durante o seu ciclo de vida, um número mínimo de viagens ou rotações, é enchida de novo, com ou sem apoio de produtos auxiliares presentes no mercado que permitam o novo enchimento da própria embalagem, ou reutilizada para o mesmo fim que foi concebida; as embalagens reutilizadas passarão a resíduos de embalagens quando deixarem de ser reutilizadas.

Separação na fonte: Seleção de vários componentes do lixo sólido urbano no local (para reciclagem e compostagem e para reduzir o volume de fluxo de lixo) onde ele é produzido, em oposição à seleção posterior, depois de despejá-lo todo junto. A reciclagem do papel no escritório ou de garrafas em casa e a compostagem de lixo no quintal são algumas formas de separação na fonte.

Smog: nevoeiro contendo poluentes produzidos pelo homem.

Substâncias radioativas: Substâncias que emitem radiação.

Sucata recuperada: Reaproveitamento de produtos semi-elaborados ou acabados, com vida útil esgotada, retalhos, desperdícios etc.

Sustentabilidade: Manutenção das componentes e funções do ecossistema a longo prazo para as gerações vindouras.

Tóxico: Venenoso; causado ou produzido por veneno ou toxina ou que se relaciona com veneno ou toxina.

Tratamento: Os processos físicos, térmicos, químicos ou biológicos, incluindo a separação, que alteram as características dos resíduos de forma a reduzir o seu volume ou perigosidade, a facilitar a sua manipulação ou a melhorar a sua valorização.

Valorização energética: A utilização dos resíduos combustíveis para a produção de energia através de incineração directa com recuperação de calor.

Valorização: As operações que visem o reaproveitamento dos resíduos.