

**Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Informática**

**UM ESTUDO SOBRE A RECICLAGEM DAS EMBALAGENS
DE AGROTÓXICOS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDADE
(PEAD)**

Priscilla Yuri Simões Miyabara

TG-EP-45-05

Maringá - Paraná

Brasil

Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Informática

**Um estudo sobre a reciclagem das embalagens de
agrotóxicos de polietileno de alta densidade (PEAD)**

Priscilla Yuri Simões Miyabara

TG-EP-45-05

Trabalho de Graduação apresentado ao Curso de
Engenharia de Produção, do Centro de Tecnologia, da
Universidade Estadual de Maringá.

Orientador: *Prof. Dr. Carlos de Barros Júnior*

**Maringá - Paraná
2005**

PRISCILLA YURI SIMÕES MIYABARA

**UM ESTUDO SOBRE A RECICLAGEM DAS EMBALAGENS DE
AGROTÓXICOS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDADE (PEAD)**

Monografia apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção, do Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas da Universidade Estadual de Maringá.

Orientador: Prof. Dr. Carlos de Barros Júnior

MARINGÁ

2005

PRISCILLA YURI SIMÕES MIYABARA

**UM ESTUDO SOBRE A RECICLAGEM DAS EMBALAGENS DE
AGROTÓXICOS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDADE (PEAD)**

Monografia apresentada como requisito parcial para obtenção do Título de *Bacharel em Engenharia de Produção*, pela Universidade Estadual de Maringá, aprovada pela Comissão formada pelos professores:

Prof. Dr. Carlos de Barros Júnior (Orientador)
Colegiado de Engenharia Química, UEM

Prof. Lázaro Ricardo Gomes Vallin
Colegiado de Informática, UEM

Prof. Dra. Rosangela Bergamasco
Colegiado de Engenharia Química, UEM

Maringá, 07 de dezembro de 2005.

DEDICATÓRIA

A meus pais Mário e Neide, e meus irmãos Gisele e Herinque, que me ajudaram durante todo este período da minha vida dando-me a vivência e a formação que está presente neste trabalho.

Aos meus amigos da faculdade, especialmente para Bruna, Lílian e Milena pela ajuda que me deram durante todo este tempo de graduação e pela amizade que permanecerá.

AGRADECIMENTOS

Ao professor Dr. Carlos de Barros Júnior, pela orientação dedicada, paciência e segurança durante todas as etapas da elaboração deste trabalho, confiando nas minhas possibilidades e aceitando as minhas limitações.

Ao gerente Rubens Jacinto Silva e supervisor de produção Helton Luis Reis da Cimflex, recicladora de embalagens de agrotóxicos pós-consumo, na cidade de Maringá no Estado do Paraná, por manter sempre as portas abertas para a pesquisa e por empréstimo de material.

A todos os professores e funcionários do Centro Tecnológico de Maringá – CTM, pela paciência e amizade durante a elaboração do trabalho.

Ao coordenador do curso de Engenharia de Produção, professor Carlos Antônio Pizzo, pela orientação deste trabalho de graduação.

À minha família pelo período de construção e sonhos, pela paciência, compreensão durante toda esta jornada e pela capacidade de, mesmo distantes, estarem presentes na trajetória deste trabalho.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Sistema internacional de codificação de plásticos	25
Figura 2: Embalagem PEAD MONO.....	29
Figura 3: Embalagem PET	29
Figura 4: Embalagem COEX.....	29
Figura 5: Embalagem COEX.....	30
Figura 6: Embalagem metálica	30
Figura 7: Embalagens recolhidas por Estado no período Janeiro à Junho 2005.....	34
Figura 8: Comparativa consolidada Janeiro à Junho 2002 x 2003 x 2004 x 2005.....	34
Figura 9: Procedimento de lavagem sob pressão	37
Figura 11: Conjunto de moinho, lavadora e tanque de decantação.....	46
Figura 12: Extrusora.....	48
Figura 13: Fluxograma do processo de reciclagem das embalagens de agrotóxicos	50
Figura 14: Produtos fabricados a partir de matéria-prima reciclada das embalagens de agrotóxicos de PEAD.....	51
Figura 15: Fluxograma do processo de tratamento de efluente	54
Figura 16: Estação de tratamento de efluentes (ete)	55

LISTA QUADROS

Quadro 1 - Densidade de plásticos peletizado	27
Quadro 2 - Tipos de plástico utilizados na fabricação de alguns artefatos	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 : Recolhimento de embalagens vazias por Estado no período de Janeiro a Junho de 2005 - Kg	33
Tabela 2: Recolhimento de embalagens vazias por Estado de Janeiro à Junho de 2002, 2003, 2004 e 2005 - Kg	35
Tabela 3: Reciclagem de Plástico pós-consumo por tipo de resíduo plástico (ton/ano).....	43

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

inpEV	Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias
PEAD	Poliétileno de Alta Densidade
PEBD	Poliétileno de Baixa Densidade
PP	Polipropileno
PS	Poliestireno
PVC	Poli(cloreto de vinila)
PET	Poli(tereftalato de etileno)
COEX	Poliétileno co-extrudado
ETE	Estação de Tratamento de Efluente

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	VII
LISTA QUADROS	VIII
LISTA DE TABELAS	IX
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	X
SUMÁRIO	XI
RESUMO.....	14
1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS	15
2. METODOLOGIA	17
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
3.1 IMPLICAÇÕES AMBIENTAIS	18
3.2 DEFINIÇÃO DE RESÍDUO SÓLIDO	19
3.3 PROCESSO DE CLASSIFICAÇÃO.....	19
3.3.1 <i>Classificação de resíduos sólidos</i>	20
3.3.1.1 Quanto aos riscos potenciais de contaminação do meio ambiente	20
3.3.1.2 Quanto à natureza ou origem.....	21
3.4 LIXO AGRÍCOLA	21
3.5 TIPOS DE PLÁSTICOS	23
3.6 IDENTIFICAÇÃO DOS TIPOS DE PLÁSTICOS	23
3.6.1 <i>Identificação das embalagens de agrotóxicos</i>	28
3.7 EMBALAGENS DE AGROTÓXICOS.....	30
3.8 TIPOS DE EMBALAGENS DE AGROTÓXICOS	35
3.9 TRATAMENTO DAS EMBALAGENS DE AGROTÓXICOS	36
3.10 LEGISLAÇÃO	37
3.11 RECICLAGEM DE PLÁSTICO	39
3.11.1 <i>Reciclagem primária ou pré-consumo</i>	39
3.11.2 <i>Reciclagem secundária ou pós-consumo</i>	40
3.11.3 <i>Reciclagem terciária</i>	40

3.12 FORMAS DE RECICLAGEM DE PLÁSTICOS	41
4. PROCESSO DE RECICLAGEM MECÂNICA DAS EMBALAGENS DE AGROTÓXICOS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDADE (PEAD).....	44
4.1 DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE RECICLAGEM	44
4.1.1 <i>Entrada do material</i>	44
4.1.2 <i>Armazenagem</i>	45
4.1.3 <i>Separação</i>	45
4.1.4 <i>Alimentação do moinho</i>	45
4.1.5 <i>Moagem</i>	45
4.1.6 <i>Lavagem</i>	45
4.1.7 <i>Tanque de decantação</i>	46
4.1.8 <i>Secagem</i>	47
4.1.9 <i>Armazenagem</i>	47
4.1.10 <i>Aglutinação</i>	47
4.1.11 <i>Extrusão</i>	48
4.1.12 <i>Banheira de resfriamento</i>	48
4.1.13 <i>Granulação</i>	48
4.1.14 <i>Armazenagem final</i>	49
4.1.15 <i>Sistema de embalagem</i>	49
4.1.16 <i>Expedição</i>	49
4.2 DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES	51
4.2.1 <i>Filtragem</i>	51
4.2.2 <i>Tanque de equalização</i>	52
4.2.3 <i>Estação de tratamento de efluentes (ETE)</i>	52
4.2.3.1 <i>Tanques de reagentes</i>	52
4.2.3.2 <i>Reatores de tratamento</i>	52
4.2.3.4 <i>Tanque de decantação</i>	53
4.2.3.5 <i>Tanque elevatório</i>	53
4.2.3.6 <i>Filtragem para polimento</i>	53
4.2.3.7 <i>Tanque de Lodo</i>	53
4.2.3.8 <i>Filtro-prensa com funil</i>	53
4.2.4 <i>Tanque reservatório</i>	54
5. CONCLUSÕES E SUGESTÃO PARA O PRÓXIMO TRABALHO	56

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58
BIBLIOGRAFIAS	60

RESUMO

Este trabalho apresenta um estudo das embalagens de agrotóxicos no Brasil, no que diz respeito ao recolhimento destas pelas unidades de recebimento e a reciclagem da embalagem de agrotóxico, com uma composição classificada como polietileno de alta densidade. Este processo de reaproveitamento permitirá o retorno desse material ao ciclo produtivo na produção de outros bens de consumo, tornando eficiente e preservando recursos naturais para as gerações futuras, conforme o conceito de desenvolvimento sustentável. Para disciplinar a destinação segura desse resíduo plástico, conseqüentemente obtendo uma viabilidade com a reciclagem, a legislação brasileira de agrotóxicos determina responsabilidades a todos os segmentos participantes do processo de fabricação, comercialização, utilização e poder público.

Palavras-chave: Embalagem de agrotóxico, Reciclagem, Desenvolvimento Sustentável

1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

Atualmente está sendo dada muita ênfase à preservação e conservação do meio ambiente como forma de garantir um desenvolvimento sustentável. Entre os diversos danos causados ao meio ambiente, um está relacionado com os resíduos plásticos que estão sendo descartados de forma inadequada. Esses resíduos, em geral, levam muito tempo para sofrerem degradação espontânea e, quando queimados, produzem gases tóxicos (Mano et al., 1991). Portanto, existe uma tendência geral ao aproveitamento desses resíduos considerando-se o imenso valor potencial dos materiais processados e decorrentes de não utilização desses resíduos (Mano e Bonelli, 19994; Forlin e faria, 2002).

O destino das embalagens dos agrotóxicos usados na agricultura é determinado por lei no Brasil (Lei Federal nº 9.974 de 06 de junho de 2000 e Decreto 4.074 de janeiro de 2002). Apesar disso, pesquisa divulgada neste ano pelo IBGE revela que 978 dos 5560 municípios brasileiros descartam embalagens de agrotóxicos em vazadouros a céu aberto. Mesmo com este dado o Brasil é líder mundial em recolhimento de embalagens de agrotóxicos. Este descarte correto das embalagens vazias de agrotóxicos reduz o risco de saúde das pessoas e de contaminação do meio ambiente.

O Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias (inpEV) registra que em 2004, em todo o país foram recolhidas 14.825 toneladas de embalagens e no ano de 2005, no primeiro semestre, já foram recolhidas praticamente 10 mil toneladas. Então, a tendência é que nesse ano também haja uma evolução muito grande na consciência e na efetiva obrigação da entrega e do recolhimento dessas embalagens.

Das embalagens de agrotóxicos recolhidas apenas 5% delas não podem ser reutilizadas, que são aqueles produtos que não podem ser lavados como saco de papel flexível. Em relação ao restante, 95% das embalagens podem passar por processo de reciclagem. Aquelas que não podem passar por processo de reciclagem por estarem contaminadas passam por processo de incineração industrial.

Assim, a reciclagem apresenta-se como método de reaproveitamento do resíduo plástico que contribui para a redução desse resíduo e recuperação do material das embalagens de agrotóxicos recolhidas pelas unidades de recebimentos em todo o Brasil. Portanto, a

reciclagem é uma das maneiras de tornar a longa vida dos plásticos uma característica útil para as empresas e saudável para a sociedade e o meio ambiente.

Os objetivos deste trabalho foram dar uma finalidade para as embalagens plásticas de agrotóxicos do material polietileno de alta densidade que são recolhidas nas unidades de recebimentos e apresentar uma tecnologia para o reaproveitamento deste resíduo plástico.

2. METODOLOGIA

A metodologia adotada para atingir os objetivos propostos baseou-se no levantamento de dados através de estudo da literatura e visita em uma unidade industrial visando obter informações tecnológicas disponível para a reciclagem dos resíduos plásticos de embalagens de agrotóxicos.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Implicações Ambientais

A deposição de embalagens de agrotóxicos no solo pode provocar contaminação, tanto através dos resíduos que permanecem nelas, quanto por sua composição, e também na poluição física e visual. No caso do efeito físico que essas apresentam como resíduos sólidos depositados no ambiente promovem entupimento de canais de drenagem, atrapalham o preparo do solo e podem ser engolidas por animais entre outros. Em nível específico (localizado), consideram-se as reações que podem provocar nos solos, nos corpos hídricos ou no contato com seres vivos a curto, médio e/ou longo prazos.

São considerados resíduos de agrotóxicos, traços remanescentes de produtos aplicados na lavoura, embalagens não utilizadas, restos de calda, água de lavagem de embalagens e de equipamentos e embalagens vazias (ALENCAR et al.,1998). Os resíduos estão relacionados com a natureza do produto ou com o tipo de formulação (persistência), frequência de aplicação, dosagem (acúmulo) e interação com o ambiente, através da degradação ou recombinação. A maioria dos agrotóxicos é poluidora ou contaminante em potencial do ambiente, e, conseqüentemente, as fases de produção, transporte, manuseio e armazenamento destes produtos devem ser muito bem planejado.

Por vários anos, quando não havia preocupação com a contaminação ambiental, o solo foi considerado local seguro para o depósito de resíduos e de embalagens vazias de agrotóxico.

Entretanto, as embalagens e/ou resíduos, em contato com o solo ou com a água, segundo Sethunatan (1973), podem originar três tipos de reação: degradação completa sem a formação de metabólitos; degradação incompleta com acúmulo de metabólitos não degradáveis; e, pequenas alterações levando ao acúmulo e a alta persistência dos produtos em função de aplicações sucessivas.

A geração de resíduos sólidos é uma questão global e inversamente proporcional ao desenvolvimento das nações, já que o consumismo é mais acentuado nos países desenvolvidos; podendo-se inferir que o problema da destinação final dos resíduos sólidos é

consequência do estilo de vida, com base na aparente necessidade desenfreada de consumo de produtos, uma tendência mundial.

Segundo Rygaard (2002), só nos últimos 30 anos, toda quantidade de dejetos multiplicou-se por três, principalmente por causa dos restos de embalagens; sendo o aumento e a intensidade de industrialização considerados as principais causas da origem e produção desses resíduos. Aliado ao fato de se estar produzindo mais detritos, sem que tenham um devido tratamento, ocorre uma exploração indiscriminada dos recursos naturais não renováveis. A reciclagem é a forma mais racional de eliminação de resíduos, pois, após o descarte, o material volta para o ciclo de produção, o que soluciona, paralelamente, a superlotação nos aterros sanitários, para onde são direcionados os resíduos, que permanecem na natureza por tempos variados.

3.2 Definição de Resíduo Sólido

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas 2004 (ABNT 2004), os resíduos sólidos são resíduos nos estados sólidos e semi-sólidos, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tomem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível.

A periculosidade de um resíduo é uma característica apresentada por um resíduo que, em função de suas propriedades físicas, químicas ou infecto-contagiosa, pode apresentar:

- risco à saúde pública, provocando mortalidade, incidência de doenças ou acentuando seus índices;
- risco ao meio ambiente, quando o resíduo for gerenciado de forma inadequada.

3.3 Processo de Classificação

Segundo a ABNT 2004, a classificação de resíduos envolve a identificação do processo ou atividade que lhes deu origem e de seus constituintes e características e a comparação destes

constituintes com listagens de resíduos e substâncias cujo impacto à saúde e ao meio ambiente é conhecido.

A identificação dos constituintes a serem avaliadas na caracterização do resíduo deve ser criteriosa e estabelecida de acordo com as matérias-primas, os insumos e o processo que lhe deu origem.

Os resíduos sólidos são classificados em dois grupos – perigosos e não-perigosos, sendo ainda este último grupo subdividido em não inerte e inerte.

3.3.1 Classificação de resíduos sólidos

3.3.1.1 Quanto aos riscos potenciais de contaminação do meio ambiente

De acordo com a NBR 10.004 da ABNT, os resíduos sólidos podem ser classificados em:

- a) Classe I ou Perigosos: São aqueles que, em função de suas características intrínsecas de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade, apresentam riscos à saúde pública através do aumento da mortalidade ou da morbidade, ou ainda provocam efeitos adversos ao meio ambiente quando manuseados ou dispostos de forma inadequada;
- b) Classe II ou Não-inertes: são os resíduos que podem apresentar características de combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade, com possibilidade de acarretar riscos à saúde ou ao meio ambiente, não se enquadrando nas classificações de resíduos Classe I – Perigosos – ou Classe III – Inertes;
- c) Classe III ou Inertes: São aqueles que, por suas características intrínsecas, não oferecem riscos à saúde e ao meio ambiente, e que, quando amostrados de forma representativa, e que, quando amostrados de forma representativa, segundo a norma NBR 10.007, e submetidos a um contato estático ou dinâmico com água destilada ou deionizada, a temperatura ambiente, conforme teste de solubilização segundo a norma NBR 10.006, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilização a concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água, conforme listagem nº 8 (Anexo H da NBR 10.004), excetuando-se os padrões de aspecto, cor, turbidez e sabor.

3.3.1.2 Quanto à natureza ou origem

A origem é o principal elemento para a caracterização dos resíduos sólidos. Segundo este critério, os diferentes tipos de lixo podem ser agrupados em cinco classes:

- Lixo doméstico ou residencial
- Lixo comercial
- Lixo público
- Lixo domiciliar especial:
 - a) Entulho de obras
 - b) Pilhas e baterias
 - c) Lâmpadas fluorescentes
 - d) Pneus
- Lixo de fontes especiais:
 - a) Lixo industrial
 - b) Lixo radioativo
 - c) Lixo de portos, aeroportos e terminais rodoferroviários
 - d) Lixo agrícola
 - e) Resíduos de serviços de saúde

3.4 Lixo Agrícola

Formado basicamente pelos restos de embalagens impregnados com pesticidas e fertilizantes químicos, utilizados na agricultura, que são perigosos. Portanto o manuseio destes resíduos segue as mesmas rotinas e se utiliza dos mesmos recipientes e processos empregados para resíduos industriais Classe I.

De acordo com a Associação Nacional de Defesa Vegetal (2001), em 2000 e 2002, a legislação estabeleceu por meio da Lei nº 9.974/00 e Decreto nº 4.074/02, a obrigatoriedade do destino final seguro das embalagens vazias de agrotóxicos e afins. Para isso, distribuiu as responsabilidades entre usuários, comerciantes, fabricantes e poder Público, estabelecendo as formas de participação compulsória de cada um dos segmentos envolvidos.

Assim, cabe o agricultor preparar as embalagens vazias para devolvê-las nas unidades de recebimento, considerando que cada tipo de embalagens deve receber tratamento diferente, as embalagens rígidas laváveis efetuar a tríplice lavagem ou lavagem sob pressão; as embalagens rígidas não laváveis mantê-las intactas, adequadamente tampadas e sem vazamento; e as embalagens flexíveis contaminadas acondicioná-las em sacos plásticos padronizados. As embalagens vazias devem ser armazenadas, transportadas e devolvidas juntas com suas tampas e rótulos quando o agricultor reunir uma quantidade que justifique o transporte. O agricultor tem o prazo de até um ano depois de compra para devolver as embalagens vazias nas unidades de recebimento indicada pelo Revendedor no corpo da Nota Fiscal. Se sobrar produto na embalagem, poderá devolvê-la até 6 meses após o vencimento.

Enquanto que os revendedores deverão disponibilizar e gerenciar unidades de recebimento ou postos para a devolução de embalagens vazias pelos usuários. E também informar aos usuários sobre os procedimentos de lavagem, acondicionamento, armazenamento, transporte e devolução de embalagens vazias. A diferença entre posto e unidade de recebimento é que o posto recebe as embalagens a granel e as unidades classificam os recipientes e reduzem o volume recebido em fardos.

Os fabricantes têm a obrigação de providenciar o recolhimento, a reciclagem ou a destruição das embalagens vazias devolvidas às unidades de recebimento em, no máximo, um ano, a contar da data de devolução pelos usuários. Eles também deverão informar os Canais de Distribuição sobre os locais onde se encontram instalados as Centrais de Recebimento de embalagens para as operações de prensagem e redução de volume. E alterar os modelos de rótulos e bulas para que constem informações sobre os procedimentos de lavagem, armazenamento, transporte, devolução e destinação final das embalagens vazias.

Finalmente compete o Poder Público fiscalizar se os três segmentos citados estão cumprindo com suas obrigações, cabendo, em caso de descumprimento da legislação, a aplicação de penalidades.

Existem a competência comum aos fabricantes e comerciantes, em colaboração com o Poder Público, de implementar programas educativos e mecanismos de controle e estímulo à lavagem (Tríplice ou sob Pressão) e a devolução das embalagens vazias de agrotóxicos e afins por parte dos usuários.

Apesar disto, o Brasil descarta embalagens vazias de agrotóxicos contaminadas em vazadouros, devido a contrabandos de agrotóxicos e a falta de fiscalização.

3.5 Tipos de Plásticos

Os plásticos são divididos em duas categorias importantes: termofixos e termoplásticos.

Os termofixos, que representam cerca de 20% do total consumido no país, são plásticos que, uma vez moldados por um dos processos usuais de transformação, não podem mais sofrer novos ciclos de processamento pois não fundem novamente, o que impede nova moldagem. O exemplo mais clássicos é a “baquelite”.

Podem ainda ser citados alguns poliuretanos (PU) e poli(acetato de etileno vinil) (EVA), usados em solados de calçados; poliésteres, como os utilizados em piscina, banheiras e na fabricação de telhas reforçadas com fibras de vidro; resinas fenólicas, utilizadas em revestimento de móveis, entre outros. Estes materiais, embora não possam mais ser moldados, ainda podem ser utilizados em outras aplicações, tais como, cargas inertes após moagem, podendo ser incorporados em composições de outros plásticos ou outros materiais, como condicionadores de asfalto, etc.

Os termoplásticos, mais largamente utilizados, são materiais que podem ser reprocessados várias vezes pelo mesmo ou por outro processo de transformação. Quando submetidos ao aquecimento a temperaturas adequadas, esses plásticos amolecem, fundem e podem ser novamente moldados. Como por exemplos, podem ser citados: polietileno de alta densidade (PEAD); poli(cloreto de vinila) (PVC); poliestireno (OS); polipropileno (PP); poli(tereftalano de etileno) (PET); poliamidas (náilon) e muitos outros.

3.6 Identificação dos Tipos de Plásticos

Das empresas brasileiras que se dedicam à recuperação e/ou reciclagem de materiais plásticos, uma grande parte trabalha apenas com resíduos industriais, os quais, quando provenientes de empresas idôneas, apresentam qualidade muito boa, tanto com relação à homogeneidade, quanto à contaminação por outros plásticos ou por partículas estranhas.

Porém, devido ao baixo custo da matéria-prima, várias empresas e microempresas operam com plásticos coletados em lixões, centros de triagem de lixo, sucateiros que adquirem materiais de catadores e lixo da indústria e comércio. Sabe-se que alguns reciclados utilizam, inclusive, plásticos de lixo hospitalar e embalagens de defensivos agrícolas. A dificuldade em reciclar plásticos reside, justamente, no fato que estes se encontram misturados, existindo a necessidade de se separar os diferentes tipos, por serem incompatíveis entre si e não poderem ser processados em equipamento convencional. Sendo assim, os recicladores procuram adquirir a matéria-prima desejada previamente separada, embora sempre haja necessidade de proceder a uma inspeção visual para a separar plásticos indesejados, os quais, invariavelmente, estão presentes em cada lote recebido.

A separação dos diversos plásticos por tipo de resina é um problema que ainda não foi resolvido, e é um dos motivos que tem restringido a reciclagem de plásticos. Apesar dos muitos estudos e pesquisas já realizados e em desenvolvimento, não se chegou até hoje a um processo que possa, de maneira rápida, automática e eficiente, efetuar a perfeita separação dos plásticos. Muitos artefatos são fabricados com mais de um tipo de resina, o que dificulta ainda mais a separação.

Já existe no exterior, e começa a ser aplicada por algumas empresas brasileiras, um a codificação das resinas utilizadas na fabricação de artefatos plásticos. A idéia é imprimir no artefato, ou na embalagem ou no rótulo, o código correspondente à resina utilizada ou as preponderantes quando de uma mistura, de acordo com sistema mostrado na Figura 1.

Esse sistema foi desenvolvido para auxiliar os recicladores a identificar e separar os plásticos manualmente, enquanto se aguarda o desenvolvimento de um sistema automático para cumprir essa tarefa.

Existe outra forma simples de identificar alguns dos plásticos encontrados no lixo. Essa metodologia é baseada em algumas características físicas e de degradação térmica dos plásticos. Pode, também, ser muito útil quando existirem dúvidas quanto ao tipo de resina. Algumas dessas características são mostradas a seguir:

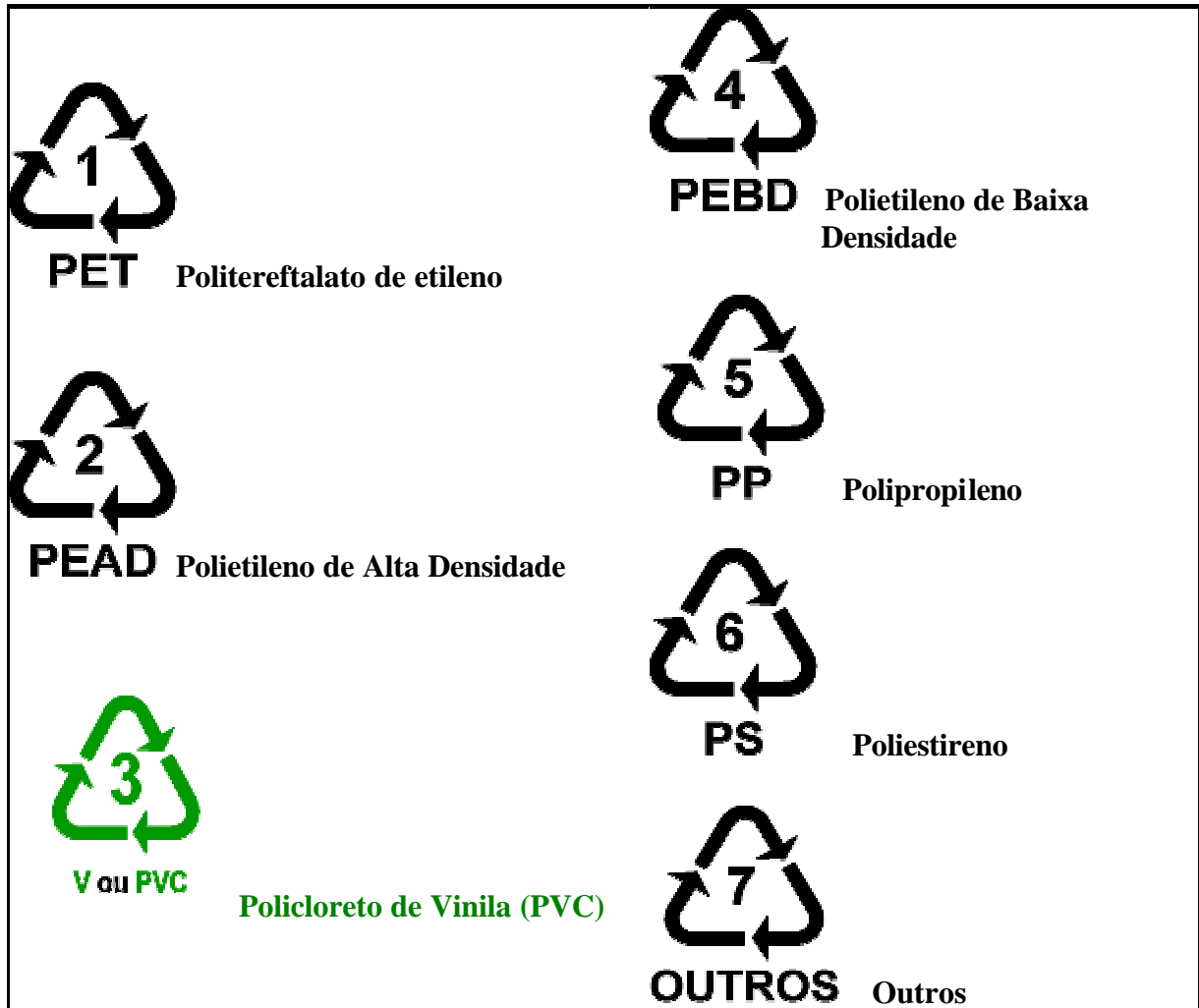


Figura 1 – Sistema internacional de codificação de plásticos

Polietilenos de baixa e de alta densidade:

- baixa densidade (flutuam na água);
- amolecem à baixa temperatura (PEBD = 85°C; PEAD = 120°C);
- queimam como vela, liberando cheiro de parafina;
- superfície lisa e “cerosa”.

Polipropileno:

- baixa densidade (flutua na água);
- amolece à baixa temperatura (150°C);
- queima como vela, liberando cheiro de parafina;
- filmes, quando apertados nas mãos, fazem barulhos semelhantes ao celofane.

Poli(cloreto de vinila):

- alta densidade (afunda na água);
- amolece á baixa temperatura (80°C);
- queima com grande dificuldade, liberando um cheiro acre de cloro;
- é solubilizado com solventes (cetonas).

Poliestireno:

- alta densidade (afunda na água);
- quebradiço;
- amolece à baixa temperatura (80 a 100°C);
- queima relativamente fácil, liberando fumaça preta com cheiro de “estireno”;
- é afetado por muitos solventes.

Poli(tereftalato de etileno):

- alta densidade (afunda na água);
- muito resistente;
- amolece à baixa densidade temperatura (80°C);
- utilizado no Brasil em embalagens de refrigerantes gasosos, óleos vegetais, água mineral, etc.

Pode-se verificar, pelo exposto anteriormente, que os plásticos têm algumas características diferentes entre si que podem ser úteis para a sua separação. De fato, grande parte, senão a maioria das empresas recicladoras de plásticos de lixo, faz a separação e a purificação dos plásticos pela diferença de densidade (alguns plásticos flutuam na água, outros submergem e, desta forma, podem ser separados). O Quadro 1 mostra as densidades de alguns plásticos.

Além disso, algumas embalagens e alguns artefatos são tão tradicionais que a sua identificação torna-se relativamente simples. A Quadro 2 apresenta alguns exemplos típicos.

Quadro 1 - Densidade de plásticos peletizado

Tipos de Plásticos	Densidade (g/cm ³)
Polipropileno (PP)	0,900-0,910
Polietileno de Baixa Densidade (PEBD)	0,910-0,930
Polietileno de Alta Densidade (PEAD)	0,940-0,960
Poliestireno (PS)	1,040-1,080
Poli(cloreto de vinila) (PVC)	1,220-1,300
Poli(tereftalato de etileno) (PET)	1,220-1,400

Fonte: Manual de Gerenciamento Integrado, 2000.

Quadro 2 - Tipos de plástico utilizados na fabricação de alguns artefatos

Artefatos	Tipos de Plásticos
Baldes, garrafas de álcool, bombonas	PEAD
Condutores para fios e cabos elétricos	PVC, PERD, PEAD, PP
Copos de água mineral	PP e PS
Copos descartáveis (café, água, cerveja, etc.)	PS
Embalagens de agrotóxicos	PEAD, PET, COEX, PP
Embalagens de massas e biscoitos	PP, PEBD
Frascos de detergente e produtos de limpeza	PP, PEAD, PEBD e PVC
Frascos de xampu e artigos de higiene	PEBD, PEAD, PP
Gabinetes de aparelhos de som e TV	PS
Garrafas de água mineral	PVC, PEAD, PET, PP
Garrafas de refrigerantes	PET (rótulo em PEBD, tampa em PP e retentor em EVA)
Garrafões de água mineral	PC, PVC, PEAD, PP
"Isopor"	PS
Lonas agrícolas	PVC, PEAD, PEBD
Potes de margarina	PP
Sacos de adubo	PEBD
Sacos de leite	PEBD
Sacos de lixo	PEBD, PEAD, PVC
Sacos de rafia	PP
Tubos de água e esgoto	PVC (também há de PP e PEAD)

Fonte: Manual de Gerenciamento Integrado, 2000

3.6.1 Identificação das embalagens de agrotóxicos

Segundo o Instituto de Processamento das Embalagens Vazias (inpEV), nas unidades de recebimento do sistema de destinação final de embalagens vazias de agrotóxicos, as embalagens são inicialmente inspecionadas e classificadas entre lavadas e não lavadas.

Após esta classificação as embalagens não lavadas são segregadas das demais e as lavadas são novamente separadas quanto ao tipo. Elas são constituídas de quatro materiais: PEAD

MONO, COEX, PET e Embalagem Metálica. Segundo o InpEV, a composição das embalagens de agrotóxicos podem ser:

- a) **PEAD MONO:** Polietileno de Alta Densidade é a segunda resina mais reciclada no mundo. Esta resina tem alta resistência a impactos e aos agentes químicos. Forma de identificação: através das siglas HDPE (*high density polyethylene*), PE (polietileno) ou PEAD. Este tipo de embalagem leva o número 2, como mostrado na Figura 2



Figura 2: Embalagem PEAD MONO

- b) **PET:** O PET, ou Tereftalato de Etileno, mostrado na Figura 3, possui excelente barreira para gases e odores. Forma de identificação: através da sigla PET ou PETE estampada na parte externa do recipiente. É uma estrutura monocamada identificada pelo número 1.

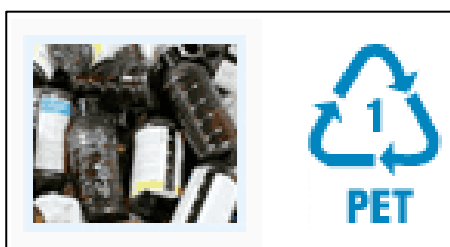


Figura 3: Embalagem PET

- c) **COEX:** O Coex, ou coextrusão também é conhecido pela sigla EVPE. Forma de identificação: através das siglas COEX, EVPE ou PAPE (poliamida polietileno). Seu número de identificação é o 7, como indica a Figura 4.



Figura 4: Embalagem COEX

- d) **PP:** O PP ou Polipropileno é identificado pela sigla PP e através do número 5, ambos estampados no fundo das embalagens.



Figura 5: Embalagem COEX

- e) **Embalagem metálica:** A embalagem metálica mais utilizada é o balde metálico de folha de aço. Este recipiente embora seja o mais comum dentre as embalagens metálicas, representa apenas 10% de todo o volume de embalagens no Brasil.

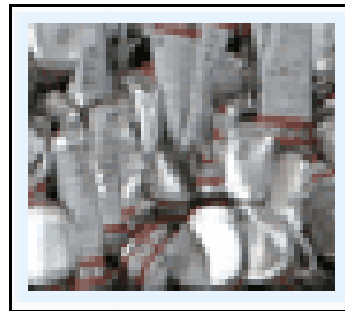


Figura 6: Embalagem metálica

3.7 Embalagens de Agrotóxicos

Segundo Alencar et al. (1998 apud Kunz, 1993, p. 200-202), as embalagens para o condicionamento de agrotóxicos têm recebido atenção especial das indústrias que vêm intensificando as pesquisas no sentido de melhorar as embalagens tradicionais e introduzir novas tecnologias, priorizando a segurança no manuseio em nível de campo e disposição final pós-consumo.

Segundo Alencar et al. (1998 apud AEASP, 1992, p. 11), os principais tipos de embalagens para o acondicionamento de agrotóxicos são classificadas em rígidas, flexíveis e em embalagens para grandes volumes. As embalagens rígidas, utilizadas para líquidos, aerossóis, auto-propelentes, gases liquefeitos ou granulados, podem ser de vidro, metal (aço, alumínio,

folha de flandres), plástico (polietileno de alta densidade – PEAD), politereftalato de etileno (PET), polietileno co-extrudado (COEX) ou fibrolatas.

O vidro apresenta as seguintes vantagens: é transparente e não reativo, é impermeável a trocas gasosas e não adsorvente, não absorve umidade e não oxida, proporciona boa impressão em “silk-scream” e fácil fechamento, sendo resistente ao envelhecimento e reciclável, além de não produzir centelhas. Entretanto estas embalagens são frágeis, pesadas, volumosas e de capacidade limitada. O Decreto de 11 de janeiro de 1990 impôs restrições à utilização do vidro, sendo recomendado apenas na ausência de embalagens mais apropriadas no mercado interno. Tal fato provocou aumento significativo no número de embalagens de plásticos utilizadas, que passaram de 16,9% na década de 80 para 41,8% nos anos de 90/91.

As embalagens metálicas são leves e de menor volume, moderadamente resistentes a impactos, impermeáveis a trocas gasosas; recicláveis e não absorvem umidade. Em contrapartida, são reativas, opacas, oxidáveis, apresentam revestimento interno frágil a impactos e com falhas na costura, o revestimento é adsorvente, o fechamento precário, produzem centelhas, estando sujeitas ao envelhecimento, a perfurações e a vazamentos.

As embalagens de plásticos são leves, de menor volume, não oxidáveis; não produzem centelhas e são resistentes a impactos. Entretanto, são opacas, com exceção do PET, reativas a certas formulações, adsorventes, absorvem umidade, são muito atrativas, permeáveis a trocas gasosas (com exceção do COEX) e de reciclagem problemática.

As embalagens flexíveis podem ser de papelão, cartolina, papel multifolhado, plástico ou mistas (papel/plástico/metal) e são utilizadas para formulações em pó ou granulados. Estas embalagens podem rasgar ou furar com facilidade quando manuseadas incorretamente, além disso, depois de abertas são difíceis de fechar.

As embalagens especiais podem ser retornáveis (Farm-pack, Trock-tank, U-turn, Compack), ou utilizadas como depósito fixo para reabastecimento (Bulk, capacidade de 5000 – 10000 litros) ou ainda serem hidrossolúveis (sacos hidrossolúveis). Os dois primeiros tipos são utilizados para a transferência e armazenamento de grandes quantidades de agrotóxicos e não são descartáveis, o que reduz os problemas de impacto ambiental durante as operações de manuseio, transporte e armazenamento dos produtos. As embalagens retornáveis são

equipadas com sistema de transferência semi-fechado (bomba de transferência e medidor de vazão), o que reduz em até 90% a exposição do operador ao produto. As embalagens para grandes volumes, tipo Farm-pack e sistema Bulk, são equipadas com bomba fluxômetro para a dosagem exata do produto diretamente no tanque pulverizador. Após a utilização do produto, a embalagem retorna ao fabricante e reutilização. Os acidentes com estes tipos de embalagens são raros, entretanto, quando ocorrem, grandes quantidades de agrotóxicos vazam, podendo contaminar o ambiente. O saco hidrossolúvel, embalagem de um tipo especial de plásticos hidrossolúvel, vem com dosagem determinada a ser depositada diretamente do recipiente. Em contato com a água, a embalagem dissolve-se completamente em 1 ou 2 minutos. Deste modo, a exposição do operador ao produto é, praticamente, nula. O saco hidrossolúvel apresenta dispositivo externo de proteção que visa evitar problemas durante o transporte ou estocagem dos produtos.

Segundo Alencar et al. (1998 apud Daldin, 1993, p.30), a preferência dos agricultores é por embalagens tipo bombona de plástico (79%), seguida por vidro (11%), lata (7%) e papel (3%).

Para a redução dos resíduos nas embalagens, permitindo lavagem efetiva e esvaziamento sem risco de contaminação do operador, ficou estabelecido que a embalagem padrão deve apresentar bocal largo para a saída do produto e entrada de ar sem a formação de bolhas (tipo funil), cantos arredondados para o completo escoamento do produto e alça bloqueada para evitar o acúmulo de resíduos no local e facilitar a lavagem. A embalagem ideal deve ser resistente, não reativa, impermeável a trocas gasosas/umidade, não adsorvente, transparente, incombustível, leve, durável, facilmente litografável, cônica, com abertura ampla, ser totalmente esgotável, apresentar fecho inviolável, ser facilmente reciclável e de custo compatível.

No primeiro semestre deste ano de 2005 foram recolhidas 9.171.717 kg de embalagens vazias de agrotóxicos sendo 8.146.144 kg de embalagens lavadas e 1.025.573 kg de embalagens contaminadas. As embalagens lavadas são todas as embalagens plásticas, metálicas e de vidro (embalagens rígidas) que acondicionam formulações líquidas de agrotóxicos para serem diluídas em água. E as embalagens contaminadas são todas as embalagens flexíveis e aquelas embalagens rígidas que não utilizam água como veículo para pulverização.

A Tabela 1 e a Figura 7 mostram o recolhimento de embalagens vazias por estado consolidada de janeiro à junho de 2005 por quilograma de embalagens recolhidas.

Tabela 1 : Recolhimento de embalagens vazias por Estado no período de Janeiro a Junho de 2005 - Kg

Estado	Emb.Lavadas	Emb. Contaminadas	Total Geral
Paraná	1.684.171	300.553	1.984.724
Mato Grosso	1.850.346	95.750	1.946.096
São Paulo	1.158.967	147.000	1.305.967
Rio Grande do Sul	795.308	94.330	889.638
Goiás	708.078	133.420	841.498
Minas Gerais	593.013	114.440	707.453
Mato Grosso do Sul	508.627	15.340	523.967
Bahia	447.451	31.300	478.751
Santa Catarina	157.226	67.080	224.306
Maranhão	83.936	5.560	89.496
Pernambuco	76.445	4.270	80.715
Espírito Santo	30.816	11.030	41.846
Alagoas	17.210	-	17.210
Roraima	14.530	5.500	20.030
Tocantins	12.660	-	12.660
Ceará	7.360	-	7.360
Totais	8.146.144	1.025.573	9.171.717

Fonte: inpEV (Departamento de Destinação Final e Desenvolvimento Tecnológico)

A Figura 8 e a Tabela 2 mostram o recolhimento das embalagens vazias por Estado, de janeiro a junho de 2005 comparando com os anos de 2002, 2003 e 2004 no mesmo período.

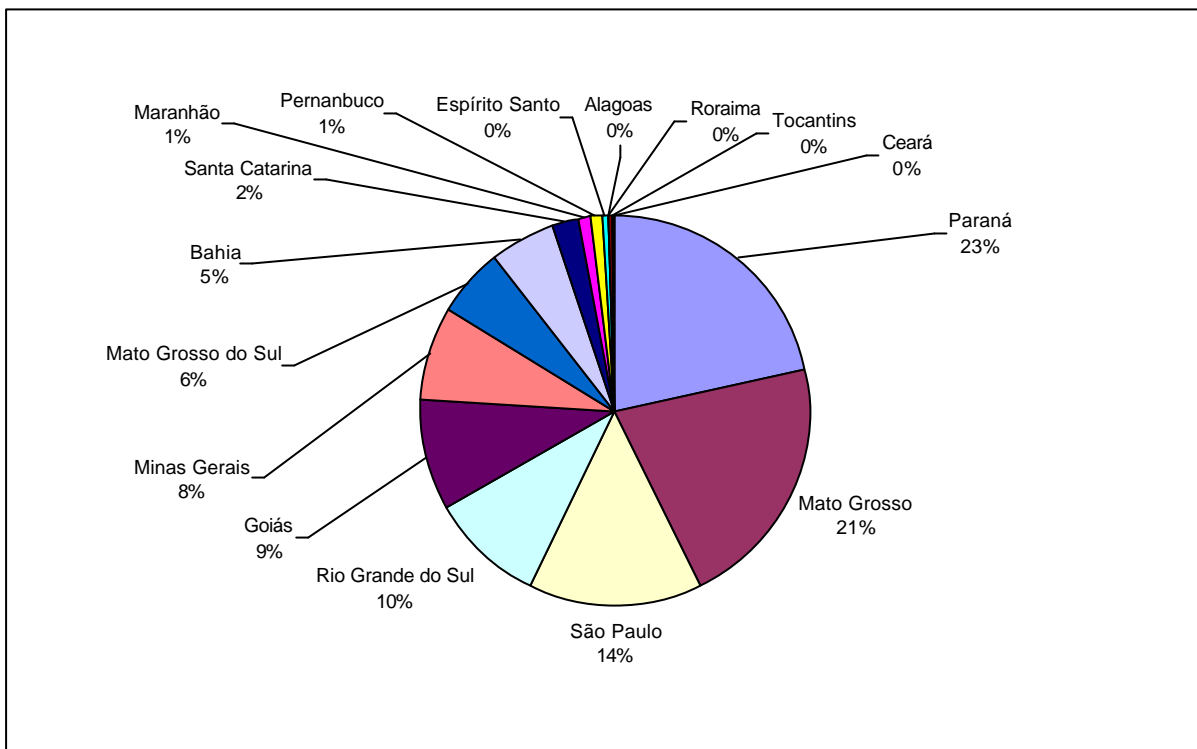


Figura 7: Embalagens recolhidas por Estado no período Janeiro à Junho 2005
 Fonte: inpEV (Departamento de Destinação Final e Desenvolvimento Tecnológico)

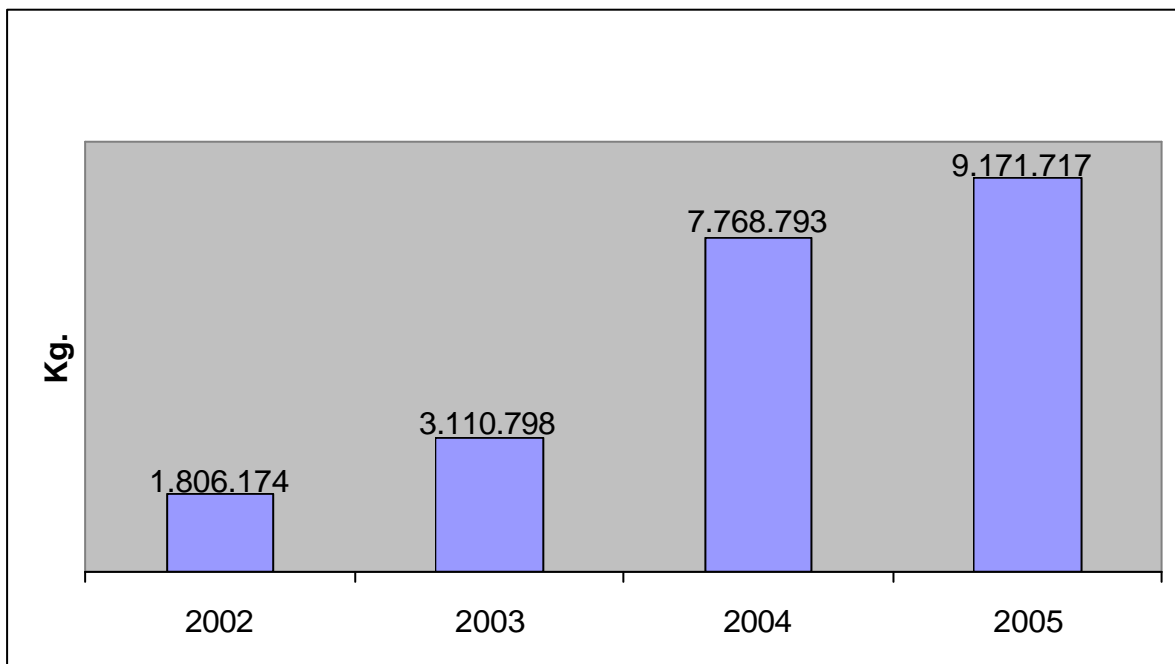


Figura 8: Comparativa consolidada Janeiro à Junho 2002 x 2003 x 2004 x 2005
 Fonte: inpEV (Departamento de Destinação Final e Desenvolvimento Tecnológico)

Tabela 2: Recolhimento de embalagens vazias por Estado de Janeiro à Junho de 2002, 2003, 2004 e 2005 -

Estado	Kg			
	2002	2003	2004	2005
Alagoas	-	8.190	39.516	17.210
Bahia	42.827	155.666	424.917	478.751
Ceará	-	-	40.770	7.360
Espírito Santo	8.720	5.113	31.833	41.846
Goiás	27.640	342.879	638.621	841.498
Maranhão	-	32.106	57.652	89.496
Mato Grosso	924.070	967.898	1.769.340	1.946.096
Mato Grosso do Sul	215.760	288.940	354.477	523.967
Minas Gerais	42.160	114.060	663.301	707.453
Paraná	172.082	543.910	1.751.068	1.984.724
Pernambuco	-	27.140	50.270	80.715
Rio Grande do Sul	73.790	82.060	572.406	889.638
Rondônia	-	-	-	-
Roraima	-	-	-	20.030
Santa Catarina	20.400	46.686	146.246	224.306
São Paulo	278.725	496.150	1.220.036	1.305.967
Tocantins	-	-	8.340	12.660
Totais	1.806.174	3.110.798	7.768.793	9.171.717

Fonte: inpEV (Departamento de Destinação Final e Desenvolvimento Tecnológico)

3.8 Tipos de Embalagens de Agrotóxicos

São vários os tipos de embalagens que contêm agrotóxicos, de forma que os procedimentos de preparo e armazenamento para a devolução aos postos de recebimento variam de acordo com suas características constantes na NBR 13968 (Alencar et al., 1998):

- Embalagens laváveis: São aquelas embalagens rígidas que acondicionam formulações líquidas de agrotóxicos para serem diluídas em água, podendo ser plásticas, metálicas e de vidro;

- Embalagens não laváveis: São todas as embalagens flexíveis e aquelas embalagens rígidas que não utilizam água como veículo de pulverização. Incluem-se nesta definição as embalagens secundárias não contaminadas rígidas ou flexíveis:
 - Embalagens flexíveis: sacos ou saquinhos plásticos, de papel, metalizadas, mistas ou de outro material flexível;
 - Embalagens rígidas que não utilizam água como veículo de pulverização: embalagens de produtos para tratamento de sementes, Ultra Baixo Volume – UBV e formulações oleosas;
 - Embalagens secundárias: são as embalagens rígidas ou flexíveis que acondicionam embalagens primárias, não entram em contato direto com as formulações de agrotóxicos, sendo consideradas embalagens não contaminadas e não perigosas, tais como caixas coletivas de papelão, cartuchos de cartolina, fibrolatas e as embalagens termomoldáveis.

3.9 Tratamento das Embalagens de Agrotóxicos

A legislação – Lei nº9.974 de 06/06/2000 (ANDEF, 2001) determina, como responsabilidade do usuário do agrotóxico, o preparo das embalagens vazias para devolvê-las nas unidades de recebimento.

As embalagens laváveis o preparo consta basicamente em lavá-las no instante em que são desocupadas, através da lavagem sob pressão ou tríplice lavagem.

A lavagem sob pressão necessita da adaptação de um funil especial no pulverizador colocado no trator e, posteriormente, seguir as etapas descritas e apresentadas na Figura 9:

- a) Encaixe a embalagem vazia no local apropriado do funil instalado no pulverizador;
- b) Acione o mecanismo para liberar o jato de água;
- c) Direcione o jato de água para todas as paredes internas da embalagem por 30 segundos;
- d) A água de lavagem deve ser transferida para o interior do tanque do pulverizador;
- e) Inutilize a embalagem plástica ou metálica, perfurando o fundo.

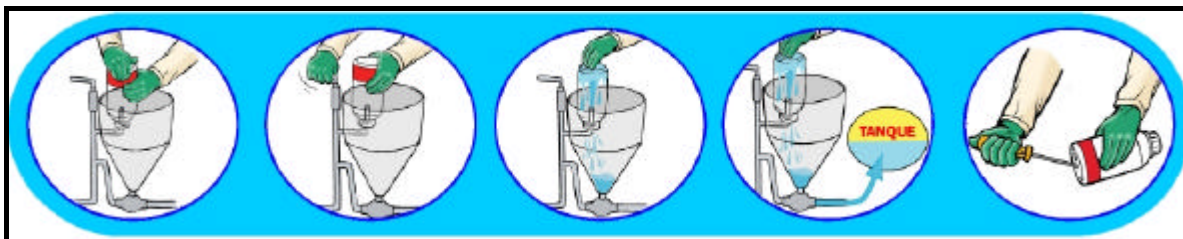


Figura 9: Procedimento de lavagem sob pressão
Fonte: Andef (2005)

A tríplice lavagem pode ser feita em qualquer situação, independente do tipo de pulverizador utilizado, como apresentado na Figura 10 e seguindo as etapas descritas a seguir:

- Esvazie completamente o conteúdo da embalagem no tanque do pulverizador;
- Adicione água limpa à embalagem até $\frac{1}{4}$ do seu volume;
- Tampe bem a embalagem e agite-a por 30 segundos;
- Despeje a água de lavagem no tanque do pulverizador;
- Faça esta operação 3 vezes;
- Inutilize a embalagem plástica ou metálica, perfurando o fundo.



Figura 10: Procedimento de lavagem sob pressão
Fonte: Andef (2005)

3.10 Legislação

Uma legislação eficiente para a correta destinação final dos resíduos sólidos gerados pela população tem feito com que muitos países, especialmente os da Europa, se esforcem, cada vez mais, para gerenciar seus resíduos de forma a minimizar todo e qualquer dano que possa ser causado ao ser humano e ao meio ambiente. As normas legais aplicadas nesses países podem servir de exemplo a outros que, infelizmente, não dão a importância que a questão requer.

No Brasil, a legislação que envolve a destinação final das embalagens de agrotóxicos prevê responsabilidades para os vários setores envolvidos, quais sejam: usuário, o comerciante e o fabricante.

Os aspectos legais que envolvem a destinação final das embalagens vazias de agrotóxicos no Brasil:

- **Lei Federal 7.802**, de 11 de julho de 1989, dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e a rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências.
- **Lei Federal 9.974**, de julho de 2000, altera a 7.802/89, de 11 de julho 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências.
- **Decreto nº 4.074**, de 04 de janeiro de 2002, regulamenta a 7.802/89, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências.
- **Decreto nº 5.549**, de 22 de setembro de 2005, dá nova redação e revoga dispositivos do decreto nº 4.074, de 04 de janeiro de 2002, que regulamenta a Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e a rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências.
- **Resolução nº 334, do CONAMA**, de 03 de abril de 2003, dispõe sobre os procedimentos de licenciamento ambiental de estabelecimentos destinados ao recebimento de embalagens vazias de agrotóxicos.

- **Resolução ANTT 420/04**, descaracteriza embalagens vazias de agrotóxicos como resíduo perigoso para efeito de transporte em todo o País, desde que submetidas a processos de lavagem.

3.11 Reciclagem de plástico

A grande maioria dos plásticos são sintetizados a partir de matérias-primas não renováveis – petróleo e gás natural. Dessa forma, a conservação de matéria-prima é um dos motivos para a substituição de plásticos virgens por plásticos reprocessados. Se o reprocesso requerer menos energia, então essa substituição também resultará numa economia deste insumo.

Paralelamente à conversão de matéria-prima e energia, a reciclagem visa aliviar o problema de acúmulo de lixo sólido que vem se tornando cada vez mais crítico, na medida em que diminui o espaço físico disponível para aterros sanitários próximos aos grandes centros urbanos.

De fato, a reciclagem plástica começou como o resultado da pressão da sociedade que, preocupa com as questões ambientalistas de alguns países desenvolvidos, fez com que estas nações adotassem legislações com o propósito de forçar sua implementação. Outras soluções proposta para o problema do lixo plástico são reutilização, a reciclagem da matéria-prima (monômeros) e a incineração para a produção de energia, além da possibilidade da utilização de polímeros biodegradáveis.

Embora não seja oficial, pode-se classificar a reciclagem de plástico em três tipos de tecnologia: primária, secundária e terciária.

3.11.1 Reciclagem primária ou pré-consumo

É a conversão de resíduos plásticos por parte tecnologias convencionais de processamento em produtos com características de desempenho equivalentes às daqueles produtos fabricados a partir de resinas virgens. Esses resíduos são constituídos por artefatos defeituosos, aparas provenientes dos moldes ou setores de corte e usinagem. A recuperação destes resíduos é efetuada na própria indústria geradora ou por outras empresas transformadoras. A reciclagem pré-consumo é feita com os materiais termoplásticos provenientes de resíduo industriais, os

quais são limpos e de fácil identificação, não contaminados por partículas ou substâncias estranhas. O reaproveitamento deste material é realizado na própria indústria geradora dos resíduos ou por outros transformadores. Pode-se afirmar que praticamente 100% destes resíduos são reciclados e a qualidade dos artefatos produzidos com esse material é quase sempre a mesma daquela obtida com a utilização de resinas virgens.

3.11.2 Reciclagem secundária ou pós-consumo

É a conversão de resíduos plásticos de lixo por um processo ou por uma combinação de operações. Os materiais que se inserem nesta classe provêm de lixões, sistemas de coleta seletiva, sucatas, etc. São constituídos pelos mais diferentes tipos de material e resina, o que exige uma boa separação, para poderem ser reaproveitados. Quando se fala em reciclagem de plásticos de lixo, está se referindo à reciclagem pós-consumo. Devido à mistura com outros materiais, como restos de alimento, terra, trapo, metal, vidro, papel, etc., torna-se necessário realizar a separação desses materiais da melhor forma possível. O problema é bastante minimizado quando se aplica um sistema de coleta seletiva de lixo, no qual as pessoas separam diversos tipos de materiais nas próprias residências e empresas comerciais, evitando-se, desta forma, a sua contaminação.

3.11.3 Reciclagem terciária

É a conversão de resíduos plásticos em produtos químicos e combustíveis, por processos termoquímicos (pirólise, conversão catalítica). Por esses processos, os materiais plásticos são convertidos em matérias-primas que podem originar novamente as resinas virgens ou outras substâncias interessantes para a indústria, como gases e óleos combustíveis. A reciclagem terciária ainda não está sendo utilizada em grande escala devido ao seu custo elevado. Os investimentos necessários para esta reciclagem são mais elevados do que para as reciclagens primária e secundária.

Embora não seja considerado um processo de reciclagem, a incineração é realizada em muitos países para a conversão de resíduos plásticos em energia. Neste processo, os plásticos são queimados, pura e simplesmente, com a finalidade de gerar energia térmica. Deve ser levado em conta que o valor energético dos plásticos é equivalente ao de um óleo combustível, 37,7

MJ/kg (9000kcal/kg) e, por esta razão, podem se constituir em valiosa fonte energética se não houver possibilidade de serem reciclados por uma das alternativas anteriores.

3.12 Formas de Reciclagem de Plásticos

Dentre os vários tipos de matérias que podem ser reciclados, tem-se o plástico que, nos dias de hoje, é acumulado em grande quantidade nos lixões. Existe uma grande variedade de plásticos e estes devem ser separados cada um pelo seu tipo, para que no seu processo de reciclagem não ocorram misturas indevidas, ocasionando a incompatibilidade entre os materiais constituintes. O plástico pode ser reciclado de três formas: química, energética e mecânica.

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 (Redes, 2002).

Permite tratar mistura de plásticos, reduzindo custos de pré-tratamento, custos de coleta e seleção. Além disso, a reciclagem química permite produzir plásticos novos com a mesma qualidade de um polímero original. É importante ressaltar que os materiais obtidos por este processo de reciclagem necessitam de um tratamento dispendioso na purificação final, sendo só indicado para produtos de alto valor econômico (Redes, 2002).

Mesmo apresentando redução de custo no pré-tratamento, os custos na purificação aliados a alta tecnologia necessária, tornam este processo pouco utilizado em nosso país.

Na reciclagem energética o objetivo é a queima do plástico em incineradores especiais gerando calor, que pode ser utilizado como energia elétrica, em virtude do alto poder calorífico dos plásticos. Entretanto existe, nesse caso, um grande inconveniente, pois a queima do plástico gera gases de alta toxicidade, contaminando o meio ambiente, o que exige que os incinerados sejam dotados de filtros especiais, de altíssimo custo, e mesmo assim essa filtragem não se processa de forma satisfatória e plenamente segura.

No processamento mais tradicional de reciclagem que é a mecânica converte o resíduo plástico novamente em grânulos. O processo consiste na combinação de um ou mais processos operacionais (moagem, aglomeração, extrusão, granulação) para conversão dos resíduos plásticos (descartes plásticos pós-industriais e pós-consumo) em grânulos que podem ser reutilizados na produção de outros produtos.

Estatísticas sobre a reutilização de termoplásticos e termorrígidos no Brasil ainda não são facilmente obtidas. Segundo a ABREMPLAST (Associação Brasileira dos Recicladores de Material Plástico), existem aproximadamente 600 a 800 instalações industriais e sucateiros dedicados à reciclagem mecânica de plásticos provenientes de resíduos sólidos industriais, agrícolas ou urbanos. Estima-se que a atividade de reciclagem processe cerca de 200.000 ton/ano (16,5% dos plásticos rígidos e filme consumidos no Brasil) sendo que 60% são provenientes de resíduos industriais e 40% de resíduos sólidos urbanos. O valor acima representa um faturamento próximo a US\$ 250 milhões, podendo gerar até 20.000 empregos diretos.

Atualmente ainda existe uma participação bastante pequena da reciclagem de plásticos em relação ao potencial de mercado interno de plásticos no país. A reciclagem mecânica tende a crescer significativamente, seja pela abundância de matéria-prima ou pelas oportunidades dadas a essa atividade. Segundo a ABREMPLAST, o potencial de material plástico para reciclagem mecânica é de 450.000 ton/ano. Pode-se observar que existe uma situação bastante favorável à reciclagem, que tem possibilidade de participar efetivamente de um grande mercado como fornecedor de matéria-prima.

O Brasil ocupa o 4º lugar na reciclagem mecânica do plástico, ficando atrás apenas da Alemanha, Áustria e EUA.

A Tabela 3 mostra a quantidade em toneladas por ano de reciclagem de plástico pós-consumo por tipo de resíduo plástico em cada região do Brasil.

Tabela 3: Reciclagem de Plástico pós-consumo por tipo de resíduo plástico (ton/ano)

Tipo de Resíduo Plástico	Centro - Oeste	Norte	Nordeste	Sul	Sudeste	Brasil
PET	24.979	22.903	84.953	59.747	187.816	149.308
PEAD	24.714	22.660	84.053	59.113	185.824	62.607
PVC	6.772	6.209	23.030	16.197	50.916	17.053
PEBD/ PELBD	39.851	36.539	135.534	95.320	299.641	79.841
PP	32.935	30.197	112.012	78.777	247.637	41.039
PS	8.807	8.075	29.952	21.065	66.217	6.303
Outros	4.948	4.537	16.829	11.836	37.207	2.983
Total	143.006	131.120	486.363	342.055	1.075.258	359.134

Fonte: Maxiquim

4. PROCESSO DE RECICLAGEM MECÂNICA DAS EMBALAGENS DE AGROTÓXICOS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDADE (PEAD)

Segundo Alencar et al.(1998), a reciclagem de embalagens de agrotóxicos é uma prática que exige rigoroso controle de todas as fases do processo, além de consumir energia, gerar resíduos e custos, relativamente, três vezes maiores do que outros métodos como a incineração em centrais elétricas ou fornos de cimento.

O estudo do processo de reciclagem das embalagens de agrotóxicos de polietileno de alta densidade (PEAD) foi feito na unidade Cimflex, localizada na cidade de Maringá-PR e pioneira na Região Sul do Brasil, é uma empresa de reciclagem de embalagens plásticas de PEAD MONO e COEX, provenientes de produtos agrotóxicos, recolhidas pelo sistema de reciclagem do inpEV (Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias). Pelo sistema do inpEV, as embalagens e tampas já sofreram a tríplice lavagem ou lavagem sob pressão, que foi executada pelos usuários dos agrotóxicos nas lavouras.

A Cimflex tem capacidade para processar 300 toneladas de embalagens por mês e gerar cerca de 40 empregos diretos. Responsável por fabricar a resina de PEAD (matéria-prima) e produzir eletrodutos corrugados (conduítes) de polietileno de alta densidade. A empresa recebe embalagens de todo o Estado do Paraná.

4.1 Descrição do Processo de Reciclagem

4.1.1 Entrada do material

O material é recebido pela indústria recicladora em fardos prensados com dimensões a serem pré-estabelecida com o fornecedor das embalagens a serem recicladas, todos os fardos devem ser compostos por matérias de mesma procedência caso exista mais de um tipo de material a ser reciclado, exemplo PEAD, PEBD ou PP.

4.1.2 Armazenagem

O material recebido fica armazenado em local coberto e calçado sem contato direto com o solo, onde permanece até a entrada no sistema de reciclagem.

4.1.3 Separação

O material é retirado da área de armazenagem e os fardos do tipo de plástico que for reciclar (PEAD MONO ou COEX) são desfeitos e colocados na esteira de separação conforme a cor do plástico. Assim são segregadas impurezas como papel, papelão, sujeiras não desejáveis no processo.

4.1.4 Alimentação do moinho

O material a ser reciclado vai para a esteira de alimentação que conduz todas as embalagens até a boca do moinho. Esta esteira é do tipo ESK-9, motor trifásico com motorreductor e comprimento de 8000mm x 800mm (largura) lona PVC lisa.

4.1.5 Moagem

Esta etapa consiste na passagem das embalagens por um moinho transformando o material em pequenos fragmentos não uniformes e lavando-o pela primeira vez com água para a retirada do papel (rótulo) que vão com as embalagens e a eliminação de impurezas*.

O moinho usado é do tipo MAK-800N55, motor trifásico, boca de alimentação 800x550mm, rotor com diâmetro de 550mm, 700rpm, 03 facas rotativas e 02 fixas, sistema de peneira intercambiáveis, entrada de água ¾" e produção de até 2500Kg/h.

4.1.6 Lavagem

Após a moagem é feita a lavagem do plástico picotado com água para a retirada de impurezas**.

* - O tratamento desta água ocorre conforme abordado no funcionamento da Estação de Tratamento de Efluentes (ETE).

A lavadora usada é LIK-2500, motor trifásico, 1750 rpm, eixo com 65 pás, tubo de aço inox perfurado com malha 1/8", dimensões do tubo de 2500x600mm, rotação do eixo em 1600 rpm, entrada para água de 3/4" e produção de até 2500kg/h.

4.1.7 Tanque de decantação

O plástico moído passa por um tanque de decantação onde o plástico é separado das impurezas, tais como terra, areia e outros materiais com densidades diferentes que ainda tenham restado da primeira lavagem***.

No tanque de decantação o plástico moído vai sendo conduzido através de pás até a rosca transportadora que levará o material para a etapa seguinte.

Este tanque de decantação é em aço carbono 3/16" com 1200mm de largura x 8000mm de comprimento x 1200mm de altura, estrutura externa em cantoneira, transportador na superfície com motoredutor, rosca sem fim para retirada do material e fundo inclinado para facilitar limpeza.

A Figura 11 mostra o conjunto de moagem de PEAD (polietileno de alta densidade) que é composto por um moinho onde estes materiais são triturados; após a trituração o plástico cai na lavadora que fica encaixada abaixo do moinho onde esta trabalha inclinada direcionando o material diretamente ao tanque de decantação.



Figura 11: Conjunto de moinho, lavadora e tanque de decantação

** - O tratamento desta água ocorre conforme abordado no funcionamento da Estação de Tratamento de Efluentes (ETE).

*** - O tratamento desta água ocorre conforme abordado no funcionamento da Estação de Tratamento de Efluentes (ETE), vale lembrar que água fica em circuito fechado não voltando para o meio ambiente.

4.1.8 Secagem

Neste momento o material colhido no tanque de decantação passa por um processo de secagem e após isto é conduzido por uma ventoinha através do transporte pneumático até um silo onde permanece armazenado até sua entrada no sistema de beneficiamento do grão moído.

Esta água que sai da secadora também vai para a Estação de Tratamento de Efluentes.

A secadora usada é do tipo SIK-2500, motor trifásico, 1750 rpm, eixo com 65 pás, tubo em aço inox perfurado com malha 1/8", dimensões do tubo de 2500 x 600mm, rotação do eixo em 1600 rpm e produção de até 2000kg/h.

4.1.9 Armazenagem

Esta etapa consiste no armazenamento do material moído em dois silos fabricados em aço carbono com capacidade para 50000kg cada silo, o que permite que o sistema trabalhe com dois tipos de matéria-prima ou matéria-primas com pigmentações diferentes.

4.1.10 Aglutinação

O material moído é retirado dos silos de armazenagem através de rosca transportadora que leva o material até o aglutinador.

No aglutinador o material passa por um período de agitação e secagem para posterior processamento. Nesta etapa é retirado o restante de umidade que possa ter permanecido no material, logo em seguida o material é conduzido por uma rosca transportadora até a extrusora.

São usados dois aglutinadores AK-75. Cada aglutinador possui motor trifásico 1750rpm – 380/660V, tubo desmontável basculante em aço carbono 3/8", diâmetro 750mm x 1000mm de altura, 03 facas fixas e 02 rotativas, hélice acoplada diretamente no eixo do motor, ventoinha para retirada de vapores e capacidade de carga de até 35kg.

4.1.11 Extrusão

O material entra na extrusora através de um funil onde é conduzido até a rosca extrusora, nesta rosca que se encontra aquecida e com controle de temperatura em vários pontos o material é transformado em resina e vai para o cabeçote onde teremos filetes extrusados do material que seguem para a etapa seguinte.

São usadas duas extrusoras IND-200. Cada extrusora de 80mm rosca barreira própria para PEAD/PEBD/PP, L/D 30, em aço 58550, nitretadas a gás, retificados e polidos. Redutor acionado por inversor de frequência, sistema de aquecimento com 07 zonas de temperaturas sendo 05 zonas do canhão dotadas de resfriamento por ventiladores, controle digital proporcional tipo PID no aquecimento e P no resfriamento. Monitoriamento constante do perfil de temperatura, cabeçote duplo para filtragem fabricado em VC150 e troca telas manuseada pelo operador.

A Figura 12 mostra uma extrusora de PEAD (polietileno de alta densidade).



Figura 12: Extrusora

4.1.12 Banheira de resfriamento

Os filetes que saem da extrusora passam por uma banheira de resfriamento em aço inox com pés em aço carbono.

4.1.13 Granulação

Nesta etapa os filetes extrusados são transformados em grãos com granulometria controlada, resultando deste processo a resina a ser armazenada em silos.

O granulador usado é GK-5, motor trifásico, rotor com 10 facas em aço especial, transmissão dos puxadores por engrenagem em banho de óleo, variação de velocidade por inversor de frequência digital, 02 puxadores sendo 01 de ferro recartilhado e outro em resina neoprene e com produção de até 400kg/h. São usados no processo dois granuladores.

4.1.14 Armazenagem final

Nesta etapa do processo a resina já beneficiada fica aguardando em dois silos em aço carbono com capacidade para 30000kg (cada silo) de armazenagem de matéria-prima processada para a definição da embalagem pelo cliente.

4.1.15 Sistema de embalagem

A matéria-prima processada que estão nos silos é embalada conforme a definição do cliente que podem ser em Big-Bag's de 700kg ou sacos de 25kg e encaminhada para a expedição.

4.1.16 Expedição

A matéria-prima reciclada e embalada é encaminhada para o cliente.

A Figura 13 representa o fluxograma do processo de reciclagem das embalagens de agrotóxicos de polietileno de alta densidade.

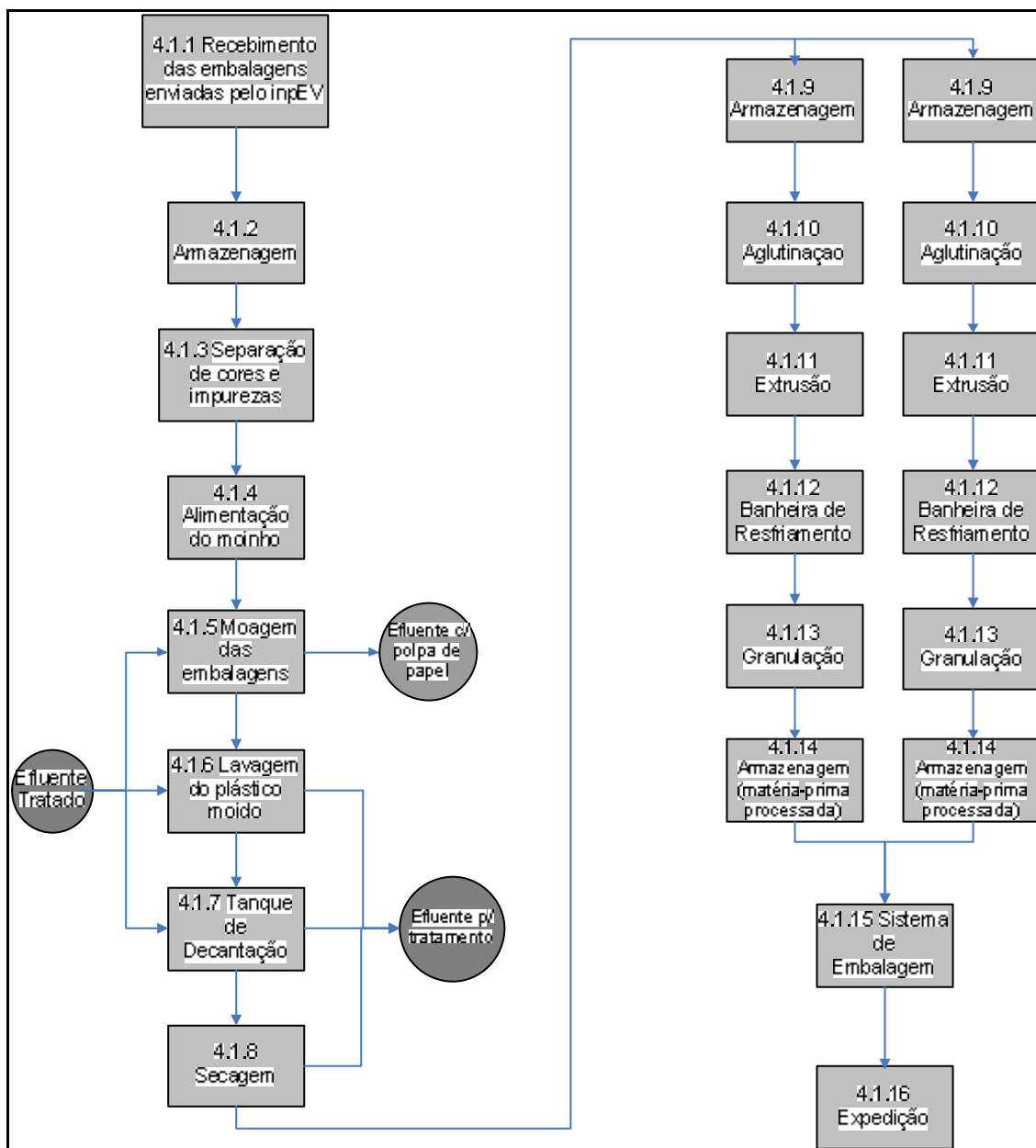


Figura 13: Fluxograma do processo de reciclagem das embalagens de agrotóxicos

Com a matéria-prima reciclada das embalagens plásticas de agrotóxicos é fabricada uma variedade de produtos como conduítes corrugados, vergalhões de aço, madeira plástica, embalagens para óleo lubrificante, dutos corrugados, luvas para emenda, economizadores de concreto, sacos plásticos para lixo hospitalar, tampas para embalagens de defensivos agrícolas entre outros.

A figura 14 apresenta alguns dos produtos que são fabricados.

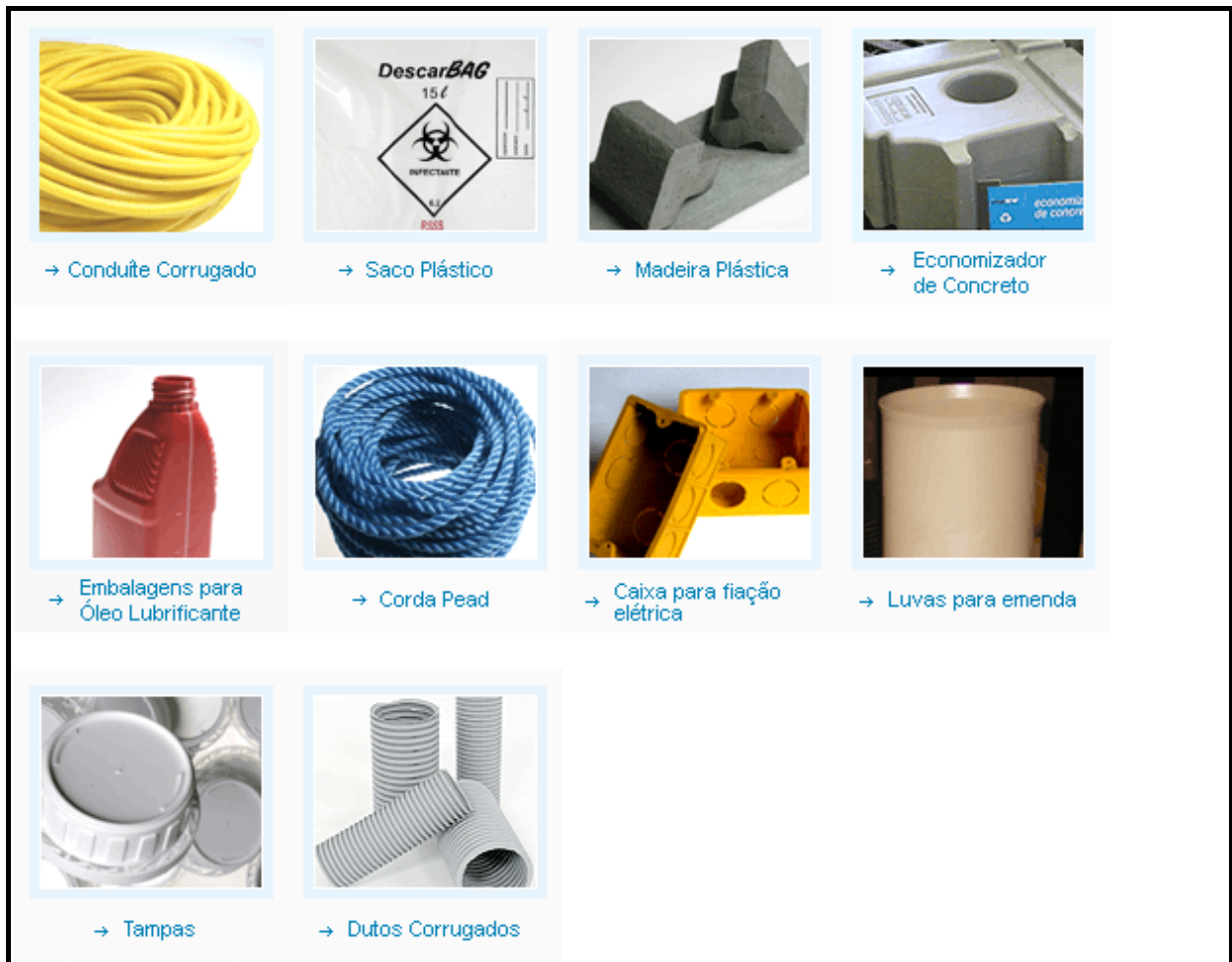


Figura 14: Produtos fabricados a partir de matéria-prima reciclada das embalagens de agrotóxicos de PEAD.

Fonte: inpEV (2005)

4.2 Descrição do Processo de Tratamento de Efluentes

O processo de tratamento do efluente é composto pelas seguintes etapas:

4.2.1 Filtragem

Esta etapa consiste na filtragem do efluente misturado com polpa de papel proveniente do moinho por uma peneira estática.

O resíduo sólido (polpa de papel) gerado da filtragem é classificado, embalado em recipiente de plástico portátil e armazenado na indústria até a destinação final conforme a legislação.

4.2.2 Tanque de equalização

O efluente bruto proveniente da filtragem, da lavagem, do tanque de decantação e da secagem é estocado em tanque de equalização em aço carbono com capacidade para 15000 litros com a finalidade de promover a regularização de vazão do efluente para o reator de tratamento.

4.2.3 Estação de tratamento de efluentes (ETE)

4.2.3.1 Tanques de reagentes

São armazenados os reagentes (produtos químicos) para tratamento do efluente nos tanques de reagentes.

As bombas pneumáticas e dosadoras de reagentes possuem regulagem de vazão de 0 a 100%, e são reguladas de acordo com a necessidade de operação.

4.2.3.2 Reatores de tratamento

São usados dois reatores de tratamento com capacidade de 5000 litros cada um.

No primeiro reator de tratamento ocorre oxidação química do efluente através da adição de soda cáustica e hipoclorito de sódio em pH alcalino (maior eficiência) e mantendo em agitação por 40 minutos (tempo de reação). Este efluente do primeiro reator de tratamento vai para um segundo reator de tratamento onde ocorre a neutralização do efluente adicionando um ácido, leite de cal, soda cáustica e polieletrólito aniônico mantendo em agitação por mais 10 minutos.

Nos dois reatores de tratamento ocorrem formações de lodo que vão para o tanque de lodo.

A adição de polieletrólito é para promover a floculação dos sólidos formados no tratamento.

4.2.3.4 Tanque de decantação

Nesta etapa o efluente proveniente do reator de tratamento passa por um decantador lamelar para ocorrer a decantação dos sólidos (lodo). Este lodo vai para o tanque de lodo e o efluente vai para a próxima etapa.

4.2.3.5 Tanque elevatório

O efluente tratado passa por um tanque elevatório onde acontece o recalque do efluente para o filtro de polimento.

4.2.3.6 Filtragem para polimento

O efluente tratado é filtrado para polimento em filtro pressurizado com carga especial de zeólitos e carvão ativo mineral.

4.2.3.7 Tanque de Lodo

O tanque de lodo é um tanque de segurança para ETE possa continuar operando enquanto o filtro-prensa estiver sendo limpo. Neste tanque tem um pouco de efluente tratado que vai junto com lodo, portanto este efluente vai para o tanque elevatório e o lodo para o filtro-prensa.

4.2.3.8 Filtro-prensa com funil

Nesta etapa ocorre a desidratação do lodo decantado em filtro-prensa tipo câmara com 20 placas de 500x500mm, extensível até 40 placas, dotado de sistema hidráulico motorizado para fechamento das placas, bandeja basculante para respingos e bomba de alimentação tipo duplo diafragma vazão de até 9,2 m³/h.

Este resíduo sólido (lodo) é classificado, embalado em recipiente portátil cilíndrico feito de material plástico ou chapa metálica revestida com material plástico com capacidade máxima

de 250 litros e armazenado na indústria até ser disposto conforme a legislação. E o efluente que sai deste lodo volta para o tanque de decantação.

4.2.4 Tanque reservatório

O efluente tratado e filtrado é feito o recalque para um tanque reservatório para re-uso, com capacidade para 10000 litros, de onde será bombeado de volta para as máquinas de reciclagem (moinho, lavadora e tanque de decantação).

A água usada no processo fica em circuito fechado não havendo o descarte do efluente tratado.

A Figura 15 representa o fluxograma do processo de tratamento de efluentes.

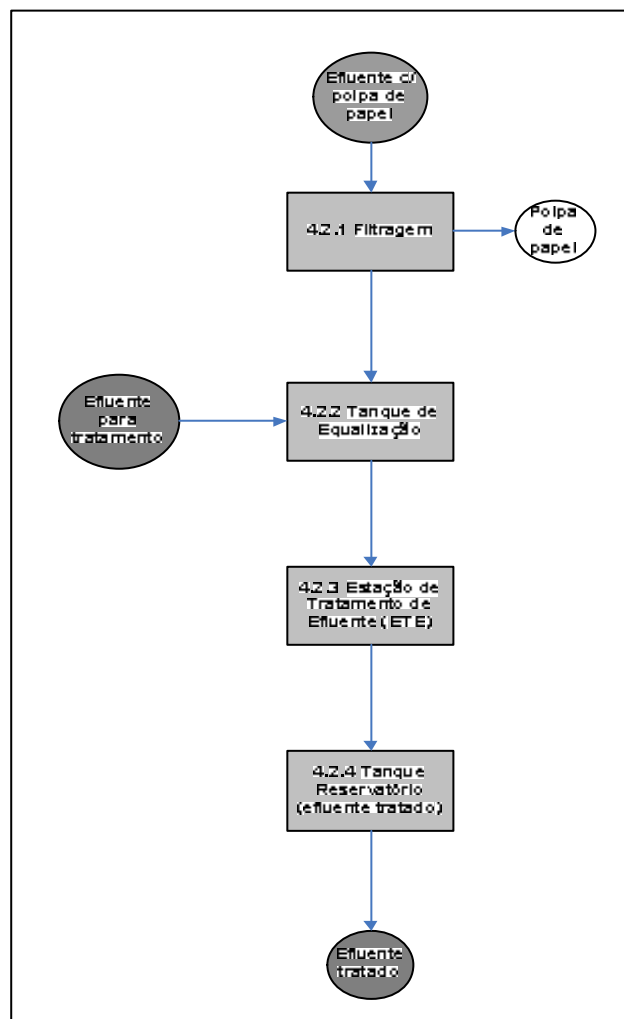


Figura 15: Fluxograma do processo de tratamento de efluente

A figura 16 representa o fluxograma da Estação de Tratamento de Efluentes (ETE).

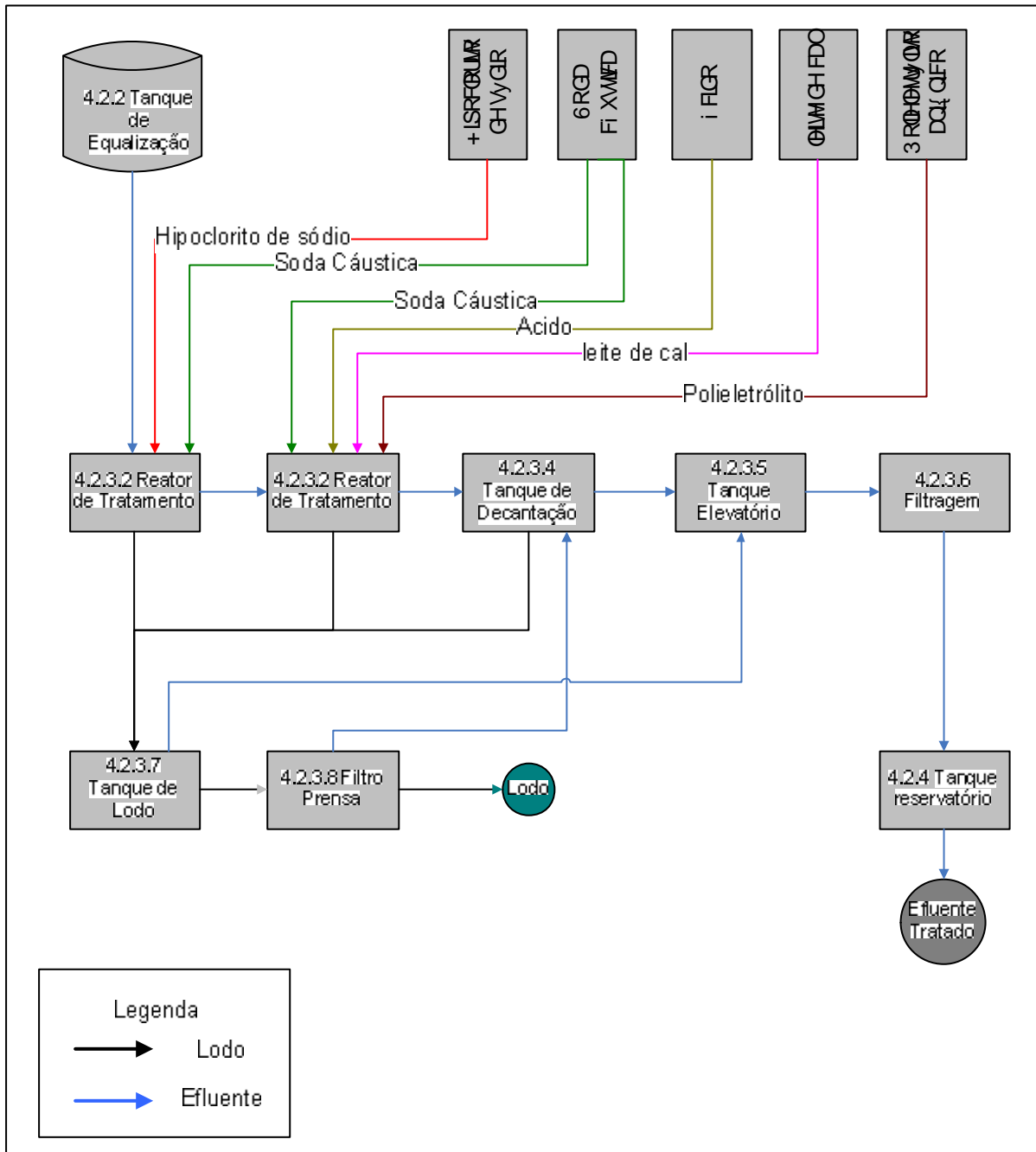


Figura 16: Estação de tratamento de efluentes (ete)

5. CONCLUSÕES E SUGESTÃO PARA O PRÓXIMO TRABALHO

A reciclagem das embalagens plásticas de agrotóxicos tem-se mostrado uma alternativa viável para resolver problemas do destino final de resíduos destas embalagens, com vistas a sustentabilidade ambiental. Para que a reciclagem obtenha a viabilidade e sucesso necessário é imprescindível o cumprimento da lei que prevê responsabilidades e obrigações a todos os agentes envolvidos no ciclo de vida das embalagens de agrotóxicos, ou seja, o fabricante, o comerciante, o consumidor e o poder público.

Portanto desde que vigorou a lei em 2000, vem-se reduzindo o descarta das embalagens de agrotóxicos em vazadouros a céu aberto tendo-se como resultados a redução do volume de lixo, descontaminação do meio ambiente e diminuindo o risco para a saúde humana. Infelizmente essa lei não está sendo rigorosamente cumprida porque existe o contrabando de produtos fitossanitários.

Com a reutilização de resíduos sólidos minimiza a necessidade de se utilizar matérias-primas virgens, auxiliando, assim, na conservação de nossos recursos naturais, no caso das embalagens plásticas de agrotóxicos a economia de energia e petróleo, pois a maioria dos plásticos são derivados de petróleo. Segundo Estatísticas da Agência Ambiental dos Estados Unidos – EPA, com a produção de plástico a partir de materiais reciclados economiza-se aproximadamente 80% menos de energia do que a partir de materiais virgens.

Além dos benefícios ambientais, a reciclagem das embalagens de agrotóxicos trás os benefícios sociais, entre eles, a geração de empregos para a comunidade.

A reciclagem dos plásticos tem contribuído efetivamente para o desenvolvimento de artefatos de boa qualidade e de baixo custo (em média, os artefatos produzidos com plásticos reciclados são 30% mais baratos do que os mesmos produtos fabricados com matéria-prima virgem) e de produtos industriais de alto desempenho que são consumidos por consumidores com consciência ambiental desenvolvida e que procuram produtos condizentes com sua filosofia.

Considerando os estudos aduzidos neste trabalho, sugere-se realizar um estudo da viabilidade econômica do processo para dar continuidade a linha de pesquisa iniciada com este trabalho na área de gestão ambiental.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGNELLI, J.A.M.;1996. *Reciclagem de polímeros: situação brasileira*. Polímeros: Ciência e Tecnologia, v.4, n.4, p. 9-18.
- ALENCAR, J.A. de; LIMA, M.F.; CARVALHO, G. A. de; OLIVEIRA, C.M. de; 1998. *Descarte de embalagens de agrotóxicos*. R. Ecotoxicologia e Meio Ambiente. Curitiba, v.8 (jan./dez.), p.9-26.
- ALVARENGA, M. I. N.; GONTIJO, R. A. N.; ALVES, H. M. R.; NÓBREGA, J. C. A., 2003. *Destinação segura das embalagens vazias de agrotóxicos*. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.24, n.220, p.7-17.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS; 2004. *Resíduos Sólidos*, NBR10004 – 2. Ed. Rio de Janeiro.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE DEFESA VEGETAL. [http:// www.undef.com.br](http://www.undef.com.br). consultados em 12 agosto de 2005
- COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM. http://www.cempre.org.br/fichas_tecnicas_plastico_rigido.php. consultado em 13 novembro de 2005.
- FORLIN, F.J.; FARIA, J.A. F.; 2002. *Considerações sobre a reciclagem de embalagens plásticas*. Polímeros: Ciência e Tecnologia, v.12, n.1, p.1-10.
- INSTITUTO NACIONAL DE PROCESSAMENTO DE EMBALAGENS VAZIAS. http://www.inpev.org.br/destino_embalagens/estatisticas/br/estatisticas.asp. consultado em 13 de agosto de 2005.
- (_____).http://www.inpev.org.br/destino_embalagens/estatisticas/br/estatisticas.asp. consultado em 13 de agosto de 2005.
- (_____).<http://www.inpev.org.br/responsabilidades/legisla%C3%A7%C3%A3o/legisla%C3%A7%C3%A3o.asp>. consultado em 13 de agosto de 2005

Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento. São Paulo, 2000 .(Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT)/ Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE)).

MANO, E.B.; BONELLI, C.M.C.; 1994. *A Reciclagem de plásticos pós-consumo*. Rev. Quím. Ind.: Rio de Janeiro, n.698, p.18-22.

MANO, E.B. et al. *Jornal do Plástico*, Niterói, n. 794/795, 1991.

PLASTIVIDA. [http:// www. abiquim.org.br/ plastivida](http://www.abiquim.org.br/plastivida). consultado em 05 de agosto de 2005.

MONTEIRO, José Henrique P. *Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos*. Rio de Janeiro, 2001.(GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS, Secretária Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República (SEDU)/ Instituto Brasileiro de Administração Municipal (IBAM)).

RYGAARD, C.; 2002. *Lixo: problemas, alternativas e oportunidades*. Informativo [Instituto Ecológico Aqualung]. Rio de Janeiro, ano 8 (jul./ago.), n.44, p.4-8.

SETHUNATHAN, N., 1973. *Microbial degradation of insecticides in flood in anaerobic culture*. Residue Reviews, New York, v.47, p.143-165.

BIBLIOGRAFIAS

- AGROBYTE SEMEANDO INFORMAÇÕES. <http://www.agrobyte.com.br>. consultado na INTERNET em 31 outubro de 2005.
- ALVES, Aline Lawisch et al; 2002. *Estudo da qualidade do reciclado obtido a partir de garrafas de água mineral (polipropileno)*. In Redes - Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional. Santa Cruz do Sul: UNISC, v.7 (jun.), p. 107 –124.
- AMBIENTE BRASIL. <http://www.ambientebrasil.com.br>. consultado na INTERNET em 15 de outubro de 2005.
- BARBERATO, Cláudia; 2002. *Lei obriga destino correto das embalagens de agrotóxicos*. Folha de Londrina – Folha rural, Londrina, 1º jun.
- CAVAZZOTTI, Fábio; 2005. *Paraná lidera recolhimento de embalagens*. O Diário do Norte do Paraná, Maringá, 12 mai.
- NASCIMENTO, Christine R.; 1996. *Reciclagem de garrafas de PET*. Rev. Quím. Ind., Rio de Janeiro, n.706/707, p.14-21.
- FUENTE, José Mauricio La; 2005. *Cadeias de distribuição reversa: latas de alumínio e garrafas PET na Baixada Santista*. In Encontro Nacional de Engenharia Produção(25: 29 de outubro a 01 de novembro de 2005: Porto Alegre). Anais In CD-ROM.
- ARAÚJO, Felipe C.; 2005. *Pneus inservíveis: Análise das leis ambientais vigentes e processos de destinação final adequados*. In Encontro Nacional de Engenharia Produção(25: 29 de outubro a 01 de novembro de 2005: Porto Alegre). Anais In CD-ROM.