

**Universidade Estadual de Maringá**  
**Centro de Tecnologia**  
**Departamento de Engenharia de Produção**

**Análise do Gerenciamento de Resíduos Sólidos e  
Líquidos de uma Cooperativa Agroindustrial**

*Fernando Massami Abe*

**TCC-EP-32-2012**

Universidade Estadual de Maringá  
Centro de Tecnologia  
Departamento de Engenharia de Produção

**Análise do Gerenciamento de Resíduos Sólidos e  
Líquidos de uma Cooperativa Agroindustrial  
Área de conhecimento da EP: Engenharia da  
sustentabilidade  
Sub-área de conhecimento da EP: Gestão de Efluentes  
e Resíduos Industriais**

*Fernando Massami Abe*

**TCC-EP-32-2012**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como  
requisito de avaliação no curso de graduação em  
Engenharia de Produção na Universidade Estadual de  
Maringá – UEM.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dra. Mara Heloisa N. Olsen Scaliante.

**Maringá – Paraná  
2012**

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho primeiramente à Deus, por me dar saúde, perseverança e capacidade de superar as dificuldades. À minha família, meu pai, minha mãe e minha irmã, que sempre acreditaram em mim e sempre me apoiaram na faculdade.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família por me dar todo o suporte necessário, ao meu pai pela compreensão, à minha mãe pelas palavras de carinho e de apoio que me deram forças por todos estes anos de faculdade e à minha irmã, que sempre me motivou nos estudos.

Agradeço à Prof<sup>a</sup>. Dra. Mara Heloisa N. Olsen Scaliante, minha orientadora neste trabalho, pela paciência, compreensão, pelos conselhos, sugestões e por toda ajuda na realização deste trabalho.

À todos da empresa Cocamar que colaboraram com a realização deste trabalho, desde funcionários, colegas de trabalho, enfim, todos que de alguma forma tornaram possível a realização deste.

Aos meus amigos, pelos momentos de descontração e de alegria, por estarem sempre presentes em minha vida.

Aos meu colegas de faculdade, pelos bons momentos de convívio, também por estarem sempre disponíveis para ajudar.

Agradeço ao Prof. Dr. Manoel Francisco Carreira por ter aceitado o convite de compor minha banca.

À Universidade Estadual de Maringá pelo conhecimento adquirido e a todos os professores de quem fui aluno, pela dedicação e pela colaboração para com o ensino.

## RESUMO

Visto o aumento populacional observa-se que o consumo mundial de alimentos tem crescido cada vez mais, acarretando numa crescente geração de resíduos. Buscando diminuir o crescimento desordenado de resíduos, legislações de Gestão Ambiental são criadas e aperfeiçoadas. O presente trabalho visou analisar o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, bem como o Tratamento de Efluentes de uma agroindústria situada no município de Maringá, norte do Paraná. Desta forma observou-se a forma como é realizado o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, assim como o Tratamento de Efluentes, chegando-se a conclusão de que ambos estão sendo realizados de forma correta e em acordo com as legislações ambientais vigentes. Foi proposto a criação de uma Central de Resíduos, com o objetivo de separar os resíduos perigosos, recicláveis e orgânicos e desta forma facilitar em sua destinação final. Esta já está em fase de implantação, com a volta do antigo DMR (Depósito de Materiais Reutilizáveis), que irá armazenar os resíduos perigosos e recicláveis da empresa, além de tratar estes últimos, ou seja, reduzir seu tamanho para facilitar seu acondicionamento e transporte.

**Palavras-chave:** Gestão ambiental, Resíduos Sólidos, Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, Tratamento de Efluentes, Agroindústria.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>VII</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>VIII</b>
<b>LISTA DE QUADROS.....</b>	<b>IX</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS .....</b>	<b>X</b>
<b>1 - INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1 - JUSTIFICATIVA .....	2
1.2 - DEFINIÇÃO E DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA.....	2
1.3 – OBJETIVOS .....	3
1.3.1 - <i>Objetivo geral</i> .....	3
1.3.2 - <i>Objetivos específicos</i> .....	3
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>5</b>
2.1 - GESTÃO AMBIENTAL .....	5
2.2 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL .....	6
2.3 GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS .....	8
2.3.1 – <i>O Conceito</i> .....	8
2.3.2 – <i>Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS)</i> .....	14
2.4 - ALTERNATIVAS DE DISPOSIÇÃO FINAL DO LODO .....	19
2.4.1 - <i>Reciclagem Agrícola</i> .....	20
2.5 - PROCESSOS DE TRATAMENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS.....	21
2.5.1 – <i>Tratamentos Físico-químicos</i> .....	21
2.5.3 - <i>Tratamentos Biológicos</i> .....	24
2.5.4 - <i>Lagoas aeradas</i> .....	26
<b>3 DESENVOLVIMENTO.....</b>	<b>28</b>
3.1 - A EMPRESA .....	28
3.2 – PROCESSO PRODUTIVO E PONTOS DE GERAÇÃO DE RESÍDUOS .....	29
3.2.1 – <i>Fábricas 1 e 2</i> .....	29
3.2.2 - <i>Fábrica 3</i> .....	33
3.3 – DESCRIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS.....	40
3.4 DESTINO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS .....	41
3.5 - CARACTERIZAÇÃO DAS CINZAS DA CALDEIRA.....	52
<b>4 ANÁLISE DE RESULTADOS.....</b>	<b>57</b>
4.1 - MANEJO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS .....	57
4.1.1 – <i>Segregação</i> .....	57
4.1.2 – <i>Acondicionamento</i> .....	58
4.2 - DESTINO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS .....	59
4.2.1 - <i>Busca de novos compradores de resíduos</i> .....	59
4.2.2 - <i>Disposição final das cinzas de caldeira e do lodo da ETE</i> .....	59
4.2.3 - <i>Criação de uma Central de Resíduos</i> .....	60
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>63</b>
5.1 DIFICULDADES E LIMITAÇÕES DO TRABALHO .....	63
5.2 PROPOSTAS PARA TRABALHOS FUTUROS .....	63
<b>6 REFERÊNCIAS .....</b>	<b>65</b>

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: ETAPAS ENVOLVIDAS NO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS. FONTE: TCHOBANOGLIOUS, THEISEN E ELIASSEN (1977). .....	14
FIGURA 2: MODELO DO GERENCIAMENTO AMBIENTAL DE RESÍDUO. CETESB (2002). .....	16
FIGURA 3: FLUXOGRAMA DAS ETAPAS DE DECISÃO PARA O GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAIS (LORA, 2002). .....	18
FIGURA 4: CAIXA SEPARADORA DE ÓLEO/GORDURA INSTALADA EM UMA INDÚSTRIA DE BEBIDAS. FONTE: GIORDANO (1999). .....	22
FIGURA 5: FLUXOGRAMA DOS RESÍDUOS DO ÓLEO. FONTE: COCAMAR (2012). .....	32
FIGURA 6: FLUXOGRAMA DA FÁBRICA 3. FONTE: COCAMAR (2012). .....	34
FIGURA 7: FLOTADOR DE AR DISSOLVIDO. FONTE: <a href="http://www.okte.com.br/equipamentos/flotador_fad.htm">HTTP://WWW.OKTE.COM.BR/EQUIPAMENTOS/FLOTADOR_FAD.HTM</a> .....	36
FIGURA 8: FAD VISTO POR CIMA. FONTE: <a href="http://www.flickr.com/photos/looks/1809406286/">HTTP://WWW.FLICKR.COM/PHOTOS/LOOKS/1809406286/</a> .....	36
FIGURA 9: FLUXOGRAMA DA ETE. FONTE: COCAMAR (2012). .....	39
FIGURA 10: LAYOUT DA CENTRAL DE RESÍDUOS. FONTE: AUTOR. ....	58
FIGURA 11: TRATOR UTILIZADO PARA MOVIMENTAÇÃO INTERNA DE RESÍDUOS. FONTE: COCAMAR (2012). .....	60
FIGURA 12: SACOLAS PARA ARMAZENAR RESÍDUOS. FONTE: COCAMAR (2012). .....	61
FIGURA 13: IDENTIFICAÇÃO DE RESÍDUOS. FONTE: COCAMAR (2012). .....	61
FIGURA 14: MÁQUINA DE Prensagem de Resíduos. FONTE: COCAMAR (2012). .....	62
FIGURA 15: RESÍDUOS PRONTOS PARA TRANSPORTE. FONTE: COCAMAR (2012). .....	62

**LISTA DE TABELAS**

TABELA 1: CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS GERADOS NA EMPRESA. ....	40
TABELA 2: DESTINO FINAL DOS RESÍDUOS GERADOS NA EMPRESA. ....	42
TABELA 3: DESTINO FINAL DOS RESÍDUOS GERADOS NA EMPRESA (CONTINUAÇÃO).....	43
TABELA 4: DESTINO FINAL DOS RESÍDUOS GERADOS NA EMPRESA (CONTINUAÇÃO).....	44
TABELA 5: DESTINO FINAL DOS RESÍDUOS GERADOS NA EMPRESA (CONTINUAÇÃO).....	46
TABELA 6: DESTINO FINAL DOS RESÍDUOS GERADOS NA EMPRESA (CONTINUAÇÃO).....	47
TABELA 7: DESTINO FINAL DOS RESÍDUOS GERADOS NA EMPRESA (CONTINUAÇÃO).....	48
TABELA 8: RESÍDUOS COMERCIALIZADOS ADVINDOS DA FÁBRICA DE FIOS.....	49
TABELA 9: RESÍDUOS COMERCIALIZADOS ADVINDOS DA FÁBRICA DE CAFÉ. ....	50
TABELA 10: RESÍDUOS SEM DESTINAÇÃO. ....	50
TABELA 11: VALORES GASTOS E ARRECADADOS COM RESÍDUOS.....	51
TABELA 12: ENSAIO DE CONSTITUINTES DAS CINZAS.....	52
TABELA 13: ENSAIO DE SOLUBILIZAÇÃO DAS CINZAS DA CALDEIRA.....	53
TABELA 14: ENSAIO DE LIXIVIAÇÃO DAS CINZAS DA CALDEIRA. ....	54
TABELA 15: ENSAIO DE CARACTERIZAÇÃO E PERICULOSIDADE DAS CINZAS.....	54
TABELA 16: ENSAIO MICROBIOLÓGICO DAS CINZAS DA CALDEIRA.....	55
TABELA 17: ENSAIO DE MICRONUTRIENTES DAS CINZAS. ....	56

**LISTA DE QUADROS**

QUADRO 1: PADRÃO DE CORES. ....	57
---------------------------------	----

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

NBR	Norma Brasileira
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
SGA	Sistema de Gestão Ambiental
PGRS	Plano de Gerenciamento de Resíduos
WMOAN	Manual de Avaliação de Oportunidade de Minimização de Resíduos
USEPA	Agência de Proteção Ambiental Americana
PGR	Plano de Gerenciamento de Resíduos
ETE	Estação de Tratamento de Efluentes
BBS	Bebida à Base de Soja
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
SANEPAR	Companhia de Saneamento do Paraná
FAI	Flotação por Ar Induzido
FAD	Flotador (es) a Ar Dissolvido
DBO	Demanda Biológica de Oxigênio
CIP	Clean-in-place
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
CETESB	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
UFC	Unidade Formadora de Colônia
DMR	Depósito de Materiais Reutilizáveis

## 1 - INTRODUÇÃO

Desde a pré-história são observadas modificações no ambiente natural devido à ação do ser humano. No entanto, com a industrialização e o crescimento da população urbana, as modificações passaram a ser drásticas, causando grandes malefícios à raça humana. Dentre esses malefícios causados pelo homem, destaca-se: a poluição do ar, de recursos hídricos (lagos, rios, mares) e o desmatamento. Estas ações, ligadas em grande parte a atividade industrial, causam enormes problemas, como o efeito estufa, a inversão térmica, a diminuição da camada de ozônio, aumento de doenças respiratórias, diminuição de água potável, aumento de desastres naturais, como enchentes, chuvas ácidas, maremotos.

Para Dias (2006), a problemática ambiental hoje faz parte da pauta obrigatória da maior parte dos encontros mundiais e torna-se uma preocupação crescente da maioria das empresas, que não querem continuar fazendo o papel de vilãs da sociedade.

Outro ponto importante é a preocupação em garantir o desenvolvimento sustentável, que é o padrão de transformações estruturais, sociais e econômicas, que otimizam os benefícios sociais e econômicos disponíveis, sem que o potencial destes benefícios seja destruído no futuro (BARONI, 1992).

Entre as ações voltadas para a sustentabilidade, tem-se: adoção de medidas gerenciais voltadas para a reciclagem dos resíduos sólidos gerados; desenvolvimento da gestão sustentável nas empresas para diminuir o desperdício de matérias-primas; desenvolvimento de produtos de baixo consumo de energia; ações voltadas para diminuir o consumo de água a fim de não poluir os recursos hídricos utilizados e despoluir aqueles que foram sujos ou contaminados.

“É certo que nenhuma empresa sobrevive sem um adequado gerenciamento do dia a dia. O sucesso vem aliado às ações presentes e sua postura voltada para o futuro visando um crescimento sustentável” (PELEGRINO, 2011).

Uma empresa que apresenta um SGA (Sistema de Gestão Ambiental) estruturado tem como diferencial uma visão estratégica em relação ao meio ambiente. O estabelecimento de um SGA busca compartilhar qualidade do produto ou do serviço, controle ambiental e segurança no trabalho, este tripé garantirá a sobrevivência da empresa a longo prazo.

Desta forma, o presente trabalho selecionou para estudo uma empresa do ramo alimentício sediada no município de Maringá que tenha uma visão diferenciada e busca investir em SGA. Considerada a maior cooperativa da região, empresa selecionada como objeto de estudo tem investido em SGA desde 2011, quando iniciou a implantação de um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS).

Considerando as dificuldades inerentes na implantação de um SGA, o presente trabalho tem como objetivo avaliar algumas medidas tomadas pela empresa a fim de monitorar as ações implantadas no SGA, buscando apontar pontos positivos e que podem ser melhorados.

### **1.1 - Justificativa**

Um bom gerenciamento de resíduos, além de poder gerar maior lucro à empresa, diminui os impactos ao meio ambiente, evitando a ocorrência de graves problemas ambientais, como a poluição, contaminação de cursos d'água, proliferação de doenças.

A empresa detém grande reputação no mercado, por isso tem um Sistema de Gestão Ambiental implantado. Por meio de empresas terceirizadas no setor ambiental, investe no tratamento dos efluentes das fábricas de todo seu complexo. Também investe na destinação correta de seus resíduos, assim como na diminuição de sua geração.

A adoção de princípios da gestão ambiental visa reduzir e controlar os impactos introduzidos sobre o meio ambiente, assegurando a melhoria contínua das condições de segurança, higiene e saúde ocupacional dos funcionários. Além disso, espera-se obter um relacionamento sadio com os segmentos da sociedade que interagem com a empresa.

Como todo sistema de gerenciamento, as ações tomadas devem ser constantemente avaliadas e renovadas de acordo com as respostas alcançadas e desejadas. Desta forma, acredita-se que novas ações no gerenciamento de resíduos possam trazer grandes benefícios à empresa em questão, alcançando os benefícios da adoção dos princípios de gestão ambiental.

### **1.2 - Definição e delimitação do problema**

Considerada uma cooperativa de grande porte, a empresa foco de estudo neste trabalho conta com uma estrutura ágil e moderna, é dona de um grande e diversificado parque industrial

onde processa uma diversificada linha de produtos, tais como néctar de frutas, bebidas à base de soja, maionese, *catchup*, mostarda, café, cappuccino, óleo de soja, de milho, de canola, azeite de oliva, fios de algodão e de seda.

Atuando com responsabilidade ambiental, a empresa desenvolve ações em benefício do meio ambiente não apenas para assegurar o cumprimento da legislação, mas sua sustentabilidade. Dentre as ações propostas pela empresa, destacam-se a educação ambiental, aplicação de tecnologias modernas de uso de solo, tratamento e destinação de resíduos, redução de poluente e reflorestamento de áreas.

É notório a presença de um PGRS dentro da empresa, porém, alguns problemas ainda podem ser encontrados, como por exemplo, o mau aproveitamento de resíduos da indústria de alimentos; destinação dispendiosa de resíduos, como o lodo da ETE e as cinzas de caldeira.

Com uma visão sistêmica, o engenheiro de produção pode ser um diferencial numa empresa que já possui um SGA, apontando correções e oportunidades de melhoria em ações que vêm sendo executadas pelo SGA.

### **1.3 – Objetivos**

#### **1.3.1 - Objetivo geral**

O objetivo geral do trabalho se concentra no estudo do SGA executado pela empresa, promovendo uma revisão de seu PGRS, afim de propor novas ações para favorecer um gerenciamento integrado de resíduos.

#### **1.3.2 - Objetivos específicos**

Para que se possa atingir o objetivo geral proposto para o trabalho, os seguintes objetivos específicos podem ser apontados:

1. Estudar os processos de produção, identificando pontos de geração de resíduos;

2. Revisar o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos apresentados pela empresa a partir de um diagnóstico da situação atual, visando à melhoria do PGRS;
3. Caracterizar as cinzas da caldeira;
4. Buscar outras opções para destinação final das cinzas e do lodo da ETE;

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 - Gestão Ambiental

Segundo Dias (2006), nos últimos 30 anos o desenvolvimento tecnológico da humanidade foi inigualável. Neste período foram realizadas inúmeras descobertas científicas e tecnológicas. Porém, foi neste período histórico também que o ser humano gerou os meios que podem levá-lo à extinção. O processo de contaminação excessiva do meio ambiente natural foi acelerado com a Revolução Industrial, principalmente nos séculos XIX e XX.

Curi (2012) afirma que “Há milhares de anos, o homem destrói o meio ambiente com a desculpa de que precisa conseguir os recursos necessários à sua vida”. Desta forma, observa-se que o processo de desenvolvimento industrial (que contribuiu para uma crescente urbanização) levou a uma exploração desenfreada da natureza ameaçando sua própria sobrevivência.

Ao longo do século XX, foram os grandes acidentes industriais e a contaminação resultante deles, que acabaram chamando a atenção da opinião pública para a gravidade do problema (DIAS, 2006). De lá pra cá, acontecimentos como a Conferência de Estocolmo, a publicação do Relatório de Brundtland e a Eco-92 despertaram para um processo evolutivo de gestão ambiental e melhoraram suas relações com a natureza (CURI, 2012).

Pode-se dizer que um *sistema de gestão ambiental* é um conjunto de funções em uma empresa que tem o objetivo de diminuir o impacto negativo de suas atividades sobre a natureza. Tinoco (2004), de forma mais específica, define gestão ambiental como o sistema que inclui na estrutura organizacional, atividades de planejamento, responsabilidades, procedimentos, práticas, processos e recursos para desenvolver, implementar, analisar criticamente e manter a política ambiental. É o que a empresa faz para a minimização ou eliminação dos efeitos negativos provocados no ambiente por suas atividades.

Antonius (1999 apud Tinoco, 2004) ainda revela que o gerenciamento ambiental pode ser conceituado como a integração de sistemas e programas organizacionais que permitam:

- Controle e redução dos impactos no meio ambiente, por causa das operações ou produtos;
- Cumprimento de normas e leis ambientais;

- Desenvolvimento e uso de tecnologias para minimização ou eliminação de resíduos industriais;
- Monitoramento e avaliação de processos e parâmetros ambientais;
- Redução ou eliminação dos riscos ao homem e ao meio ambiente;
- Uso de tecnologias limpas (*clean technologies*), a fim de minimizar os gastos com energia e materiais;
- Melhoria do relacionamento da comunidade e governo;
- Antecipação de questões ambientais que possam trazer problemas ao meio ambiente e, principalmente, à saúde humana.

Inicialmente, a gestão ambiental passou pela fase em que os governos procuraram inicialmente desenvolver legislações ambientais de caráter punitivo, baseado no modelo do estado que impõe normas e as controla. Dessa forma, as indústrias procuraram instalar equipamentos de controle de poluição (*end of pipe control*), que devido seu alto investimento, mostraram-se insuficientes para resolver o problema da degradação ambiental (BRILHANTE, 1998).

Num segundo momento, as empresas passaram a fazer mais do simplesmente controlar a poluição e passaram a executar métodos de prevenção da poluição (Reduzir, Reutilizar e Reciclar) (BARBIERI, 2007).

Saraiva (2002) afirma que a preocupação ambiental surge de uma realidade econômica que cresce de forma acelerada, resultado de uma grande competitividade e inovação, onde a necessidade de detectar e otimizar os fatores críticos de sucesso é a chave para um desenvolvimento sustentado. Desta forma, conforme afirma Barbieri (2007) as empresas que possuem uma gestão ambiental têm evoluído para a abordagem estratégica, entendendo que a sustentabilidade não é só uma simples obrigação. Sendo assim, a organização tira vantagens comerciais de seu posicionamento ecologicamente correto .

## **2.2 Desenvolvimento Sustentável**

Oliveira (2002) afirma que uma série de debates sobre desenvolvimento sustentável marcou a década de 1990. Sua definição abrange a preocupação da sociedade com a oferta futura de bens e serviços indispensáveis à sobrevivência dos seres humanos. A ECO-92 (segunda

Conferência Mundial para o Meio Ambiente e Desenvolvimento), no Rio de Janeiro, demonstrou a preocupação do homem com seu planeta e com seu semelhante. As nações passaram a se preocupar com os impactos do processo de crescimento na qualidade de vida.

O conceito de desenvolvimento é muito debatido no meio acadêmico, principalmente em relação às diferenças entre desenvolvimento e crescimento econômico, pois muitos autores consideram como condição para se chegar ao desenvolvimento apenas os incrementos constantes no nível de renda, sem, entretanto, se preocupar como tais incrementos são distribuídos (sem se preocupar com as consequências, os problemas gerados) (OLIVEIRA, 2002).

São três dimensões apresentadas pelo desenvolvimento sustentável nas empresas: econômica, social e ambiental. A econômica considera que as empresas têm que ser economicamente viáveis. As empresas precisam ter retorno econômico de seu investimento. No âmbito social, as empresas têm que garantir boas condições de trabalho a seus empregados, além de dar oportunidade aos deficientes de modo geral. E do ponto de vista ambiental, as empresas devem buscar a eco-eficiência em seus processos produtivos, adotar uma postura de responsabilidade ambiental, exercer a produção mais limpa e primar pela não contaminação dos recursos naturais (DIAS, 2006).

Com a globalização das questões ambientais através da busca da sustentabilidade houve a necessidade de compatibilizar o desenvolvimento econômico e a preservação do meio ambiente, conseguido através da aplicação dos conceitos de gestão, pois através da gestão de um sistema ficam assegurados sua utilização, rendimento, perenidade e desenvolvimento (DIAS, 2006).

Assim, nasceu o conceito de gestão integrada, pois visa superar a dicotomia entre os fenômenos de degradação, as ações corretivas a serem empreendidas e a disponibilidade de recursos para a satisfação das necessidades da produção e do consumo humano. O futuro do meio ambiente depende da gestão desses recursos, tanto no caso dos mesmos estarem sendo superexplorados acarretando a degradação do meio ambiente ou quando estão sendo mal utilizados (TOCHETTO, 2005).

Como aumentou-se a preocupação em gerenciar resíduos, as indústrias têm adotado os princípios da gestão ambiental, que são um conjunto de medidas e procedimentos bem

definidos, e adequadamente aplicados, visando reduzir e controlar os impactos introduzidos pelos empreendimentos sobre o meio ambiente. Estes princípios devem também assegurar a melhoria contínua das condições de segurança, higiene e saúde ocupacional de todos (TOCHETTO, 2005).

## **2.3 Gerenciamento de Resíduos Sólidos**

### **2.3.1 – O Conceito**

Os resíduos sólidos urbanos ou lixo têm vários conceitos, pois sofrem influência direta da época e local, além de fatores econômicos, ambientais, tecnológicos e sociais. A palavra lixo origina-se do latim *lix*, que significa cinza, pois na época o lixo era, na maior parte, gerado pelas cinzas dos fogões. Já o termo poluição vem do latim *poluere*, e significa poluir, sujar, corromper, tornando prejudicial a saúde (MUCELIN, 2004).

Segundo a Norma ABNT NBR 10.004/2004, por resíduos sólidos, entende-se:

Resíduos nos estados sólido e semissólido que resultam de atividades industriais, domésticas, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição todos provenientes dos sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviáveis seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos d'água, ou exijam para isto soluções técnicas e economicamente viáveis em face da melhor tecnologia disponível. Sólidos são materiais residuais gerados pela atividade humana, podendo ser de várias origens: urbana, agrícola, industrial, hospitalar, de limpeza de vias públicas, etc. Segundo as normas da ABNT, resíduos sólidos industriais são todos os resíduos no estado sólido ou semissólido resultantes das atividades industriais, incluindo lodos e determinados líquidos, cujas características tornem inviável seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos d'água ou que exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis.

Valle & Pacheco (1999 apud MUCELIN, 2004) define “O resíduo sólido como qualquer substância indesejável que não tenha consistência suficiente para fluir por si mesma, não sendo utilizável em sua forma original ou para o processo em que foi gerado”. Mucelin (2004) ainda afirma que as definições para o lixo associam-no a materiais cuja utilização não se faz mais necessária para os seres humanos, sendo desprezados. O grande problema é a destinação

final daquilo que não se quer mais. Como implantar um sistema de disposição final que não agrida o meio ambiente.

Gerber (1999 apud MISSIAGGIA, 2002) classifica os resíduos conforme sua origem em diversas atividades econômicas:

- 1) Resíduo domiciliar é aquele originado das residências, constituído de restos de alimentos (cascas de frutas, verduras, legumes, cereais), jornais e revistas, garrafas, embalagens em geral, papel higiênico, fraldas descartáveis, produtos deteriorados e vários outros itens.
- 2) Resíduo comercial é aquele originado dos diversos estabelecimentos comerciais e de prestação de serviços (lojas, restaurantes, bares, lanchonetes, bancos, escolas, dentre outros). O resíduo desses estabelecimentos e serviços é composto geralmente por papel, plásticos, embalagens diversas e resíduos de asseio dos funcionários (papel toalha, papel higiênico, etc).
- 3) O resíduo público é aquele originado dos serviços de limpeza pública e urbana, incluindo os de varrição de ruas.
- 4) Os resíduos hospitalares (encontrados em hospitais, clínicas, farmácias, postos de saúde, laboratórios, clínicas veterinárias, etc.) geram os resíduos sépticos, ou seja, que contêm ou potencialmente podem conter germes patogênicos. São agulhas, seringas, gazes, bandagens, algodões, órgãos e tecidos removidos, sangue coagulado, luvas descartáveis, remédios com prazo de validade vencido, etc. Resíduos assépticos desses locais são considerados como domiciliares.
- 5) Os portos, aeroportos, terminais rodoviários e ferroviários também produzem resíduos sépticos, que podem vir de outras cidades, estados e países. Os resíduos assépticos neles gerados, também são considerados domiciliares.
- 6) O **Resíduo Industrial** é aquele originado da indústria (química, petroquímica, alimentícia, têxtil, automobilística, etc.). É composto por diversos tipos de materiais, como cinzas, lodo, óleos, papel, ácidos, plásticos, madeira, dentre outros. Também estão incluídos a grande maioria dos resíduos considerados tóxicos.

- 7) Resíduos agrícolas são aqueles originados da atividade agrícola e pecuária, como embalagens de adubos, defensivos agrícolas, rações, restos de colheita, esterco. Estes resíduos já se tornaram uma grande preocupação em várias regiões do mundo, destacando-se as enormes quantidades de esterco de animal geradas nas fazendas de pecuária intensiva, que também causam um aumento do efeito estufa, devido a geração de gás metano à atmosfera. As embalagens de agroquímicos diversos, por serem em grande parte altamente tóxicos, também têm causado uma grande preocupação ambiental. Por isso têm sido alvo de uma legislação específica, que cuida de sua correta destinação final e co-responsabiliza a própria indústria fabricante.
- 8) Os resíduos oriundos da construção civil: demolições e restos de obras, solo de escavações, cimento, material de construção. Estes resíduos são denominados de entulho. Este é geralmente um material inerte, passível de reaproveitamento.

Além da classificação quanto a origem, os resíduos sólidos podem ser classificados da seguinte forma (BRASIL, 2011a):

- 1) Quanto às características físicas: resíduos úmido e seco;
- 2) Quanto à composição química: resíduo orgânico e inorgânico;
- 3) Quanto à periculosidade: perigosos e não perigosos;
- 4) Quanto ao risco:
  - Classe I – perigosos;
  - Classe II-a – não perigosos e não inertes;
  - Classe II-b – não perigosos e inertes.
- 5) Quanto ao aspecto econômico: aproveitáveis, para produção de composto, materiais recuperáveis e inaproveitáveis.

Quanto à disposição final dos resíduos, podemos citar (BRASIL, 2011a):

- **Lixão ou Vazadouro:** local de descarga de qualquer tipo de resíduo, a céu aberto e sem nenhum tipo de proteção ambiental e à saúde pública.

- **Landfarming:** consiste em sistemas de tratamento, onde através das propriedades físicas e químicas do solo, da intensa atividade microbiana existente neste meio, promovem a biodegradação, transformação, desintoxicação e a imobilização dos constituintes dos resíduos tratados, minimizando os riscos de contaminação. Os resíduos são tratados com aplicação controlada incorporados na superfície ou no interior do horizonte superficial do solo, acompanhadas a práticas de manejo e monitoramento constantes.
- **Aterro controlado:** local de descarga de resíduos que minimiza alguns impactos ambientais devido a cobertura dos resíduos com material inerte, porém sem sistema de impermeabilização do solo, de tratamento do chorume ou tratamento de gás.
- **Aterro sanitário:** local considerado por lei como mais ambientalmente correto para disposição final de resíduos sólidos. É o local de descarga de rejeitos no qual são empregadas técnicas que permitem o controle da poluição e a proteção da saúde pública.

Existem formas de tratamento para os resíduos, que são ambientalmente corretas. No Brasil, é de responsabilidade das prefeituras realizar a destinação final e o tratamento dos resíduos. Segundo Rafael Lima (2007 apud Brasil, 2004) existe os seguintes tipos de tratamento:

- **Compostagem:** Processo de obtenção de composto por meio de tratamento aeróbico de resíduos agrícolas, industriais, lodos de esgoto e especialmente dos resíduos urbanos. Este processo forma um composto orgânico, que pode ser aplicado no solo para melhorar suas características.
- **Remediação:** Utilizado em casos de contaminação com poluentes orgânicos, solventes clorados, metais pesados, hidrocarbonetos de petróleo e derivados. É constituído por três técnicas: 1-Biorremediação: introdução de ar e nutrientes no solo para o desenvolvimento de microorganismos. 2-Termorremediação: Evaporação dos contaminantes voláteis no solo por meio de fornos fornos de queima. 3-Lavagem dos solos: Adequada extração dos contaminantes do solo.
- **Encapsulamento:** Mudança das características dos resíduos, com o intuito de diminuir a área superficial para que possa ocorrer a transferência ou perda de poluentes, limitar a solubilidade ou desintoxicar quaisquer elementos perigosos e assim ser disposto em aterros.

- Autoclavação: Esterilização dos resíduos a fim de remover e/ou destruir todos os microorganismos presentes, principalmente vírus e bactérias. Utilizado no tratamento de resíduos hospitalares.
- Esterilização por microondas: Processo de esterilização ocorrido em forno, com aquecimento por microondas, também a fim de eliminar microorganismos. O resíduo é disposto em aterros após ser resfriado e moído.
- Co-processamento: Destruição térmica através de fornos de cimento, usando os próprios resíduos para queima. Ocorre a altas temperaturas, por isso a destruição do resíduo é total, não gerando cinzas, uma vez que o material da queima é incorporado à matriz do clínquer, eliminando a disposição em aterros. Vale ressaltar que não são todos os tipos de resíduos que podem ser usados no co-processamento.
- Reaprocessamento: Processo onde os subprodutos oriundos de diversos processos produtivos são reaproveitados. Baseia-se na fusão de resíduos após reação química, fazendo com que os produtos obtidos sejam, geralmente, considerados materiais seguros na produção de matéria-prima para a fabricação de outros produtos.
- Incineração: consiste no processo de oxidação térmica sob alta temperatura, através da queima, ocorrendo a decomposição da matéria orgânica (resíduo), transformando-a em uma fase gasosa e outra sólida. A finalidade é a diminuição de volume, peso ou eliminação do resíduo e as cinzas devem ser devidamente dispostas em aterros industriais quando for constatado resíduo de alta periculosidade. Processo no qual deve ser conhecido o resíduo a ser incinerado, devido a poluição dos gases gerados, tendo todas as medidas e dispositivos de controle.
- Reciclagem: aproveitamento dos detritos que eram considerados lixo, voltando ao seu estado original e sendo reutilizados em seu ciclo de produção. São coletados e processados, para serem utilizados como matéria-prima na manufatura de novos produtos.

As indústrias em geral produzem uma ampla gama de resíduos que possuem normas técnicas e legislação específica para a sua caracterização (MISSIAGGIA, 2002).

Os resíduos sólidos industriais ainda podem ser classificados em dois tipos: Recicláveis e Não-recicláveis. Os recicláveis são aqueles que podem ser inseridos em um novo processo, para se transformarem em novos produtos ou nos mesmos e depois retornarem ao mercado.

Os não-recicláveis não podem retornar ao mercado, sendo encaminhados para disposição final, normalmente no solo (MISSIAGGIA, 2002).

Os resíduos sólidos urbanos e industriais devem receber cada vez mais atenção de especialistas e do poder público dos países que se preocupam em melhorar a qualidade ambiental. Todos os países produzem milhões de toneladas de resíduos diariamente, o que justifica a necessidade da criação de mecanismos para a conscientização, o desenvolvimento e a implantação de novas tecnologias para diminuição e tratamento destes. O potencial poluidor do parque industrial brasileiro, principalmente no tocante às indústrias mais antigas, ainda sofre um lento processo de diminuição, continuando a contribuir com a maior parcela da carga poluidora gerada e elevando o risco de acidentes ambientais, por isso são necessários altos investimentos de controle ambiental e gastos com despoluição para controlar a emissão de poluentes, do lançamento de efluentes e do depósito irregular de resíduos perigosos (NASCIMENTO, 2007).

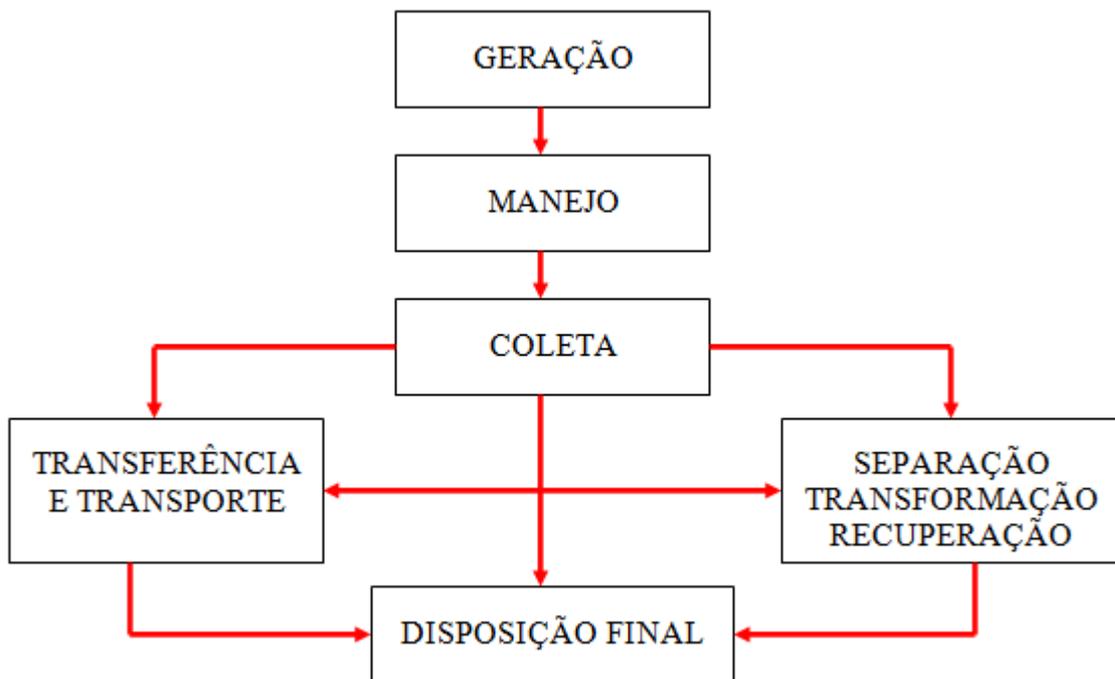
As indústrias que tradicionalmente geram a maior quantidade de resíduos perigosos são as fundições, as metalúrgicas, as indústrias de equipamentos eletroeletrônicos, a indústria química, a indústria de couro e borracha. O problema do gerenciamento de resíduos implica primeiramente uma mudança de comportamento de toda comunidade envolvida. As ações preventivas devem ser primordiais quanto às corretivas no gerenciamento de resíduos e este deve ter uma abordagem multidisciplinar, considerando que os problemas ambientais e suas soluções não estão determinados apenas por fatores tecnológicos, mas também por questões físicas, econômicas, sociais, culturais e políticas. O princípio da responsabilidade objetiva deve ser utilizado por um programa de gerenciamento de resíduos, de forma que o gerador do resíduo é o co-responsável pelo seu correto tratamento e descarte (individual ou coletivo), mesmo após sua saída da indústria onde é gerado (NASCIMENTO, 2007).

Ferreira (2002) afirma que os resíduos gerados nas indústrias podem ou não ser perigosos, isto vai depender das características dos resíduos gerados. Porém, Jardim e colaboradores (2000) concluíram que a maioria dos resíduos gerados nos processos industriais são classificados como perigosos. De acordo com a Fundação Estadual do Meio Ambiente de Minas Gerais (2002), a composição dos resíduos industriais depende do processo industrial e do tipo de empresa.

### 2.3.2 – Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS)

Gerenciamento de resíduos sólidos é o conjunto de ações exercidas direta ou indiretamente, envolvendo as etapas de coleta, transporte, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos, assim como a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com o Plano de Gerenciamento de resíduos sólidos exigido por lei (BRASIL, 2011b).

Estas etapas devem estar de acordo com os melhores princípios de saúde pública, de economia, de engenharia, de conservação, de ética e outras considerações ambientais, e que também venha ao encontro das atividades públicas. A Figura 1 ilustra as etapas envolvidas no gerenciamento de resíduos sólidos.



**Figura 1: Etapas envolvidas no gerenciamento de resíduos sólidos. Fonte: Tchobanoglous, Theisen e Eliassen (1977).**

Segundo Valle (2000) o critério básico para a escolha da solução a ser adotada para eliminar um resíduo ou resolver um problema ambiental, deverá ser sempre à proteção da saúde do homem e do meio ambiente. Conforme cita o Waste Minimization Opportunity Assessment Manual – WMOAN (1988), a Agência de Proteção Ambiental Americana (USEPA) sugere

uma hierarquia de opções de manejo, dentro desta nova concepção de gerenciamento de resíduos, observados sob os seguintes ângulos:

- 1) **Redução na fonte** – significa a redução ou eliminação de resíduos na fonte, geralmente no processo. As medidas incluem modificações no processo, substituição de matéria-prima, melhoramento na purificação de matéria-prima, na prática de manejo e nas medidas básicas operacionais simples, no aumento da eficiência do maquinário e reciclagem dentro do processo. Redução na fonte implica em qualquer atividade que reduza a quantidade de resíduos existentes no processo.
- 2) **Reciclagem** - é o uso ou reuso de resíduos perigosos como um efetivo substituinte para o produto comercial ou como um ingrediente ou matéria-prima no processo industrial. Isto inclui a recuperação de frações de contaminantes dentro de um resíduo ou sua remoção de forma que assim o resíduo possa ser utilizado. Reciclagem pode incluir o uso de resíduos como combustível suplementar ou substituto.
- 3) **Tratamento** - é qualquer método, técnica, ou processo que promova mudanças físicas, químicas ou biológicas em qualquer resíduo perigoso, neutralizando-o. Significa ainda, recuperar energia ou recursos materiais do resíduo, ou devolver ao meio como resíduo menos perigoso seguro para manejo, possível de ser recuperado, estocado ou reduzido em volume.
- 4) **Dispor** - é a deposição ou alocação de resíduos perigosos dentro ou sobre qualquer terreno ou reservatório de água de forma que tal resíduo ou quaisquer dos seus constituintes possam ser lançados a atmosfera, corpos receptores hídricos e solo.

Para alguns gerenciar resíduos diz respeito apenas à aplicação de tecnologias para o tratamento dos mesmos, entretanto, acredita-se que no gerenciamento dos resíduos, deve-se inicialmente buscar a minimização da utilização de recursos, sendo que isto inclui qualquer prática ambientalmente segura, de redução na fonte, reuso reciclagem e recuperação de materiais e do conteúdo energético dos resíduos, visando reduzir a quantidade ou volume dos mesmos a serem tratados e, posteriormente, adequadamente dispostos (ADAMS *et. al.* 2000).

A redução dos resíduos na fonte geradora é a principal e mais eficaz forma de minimizá-los, sendo a reciclagem desses resíduos ou o reuso dos mesmos uma segunda opção caso as técnicas de redução na fonte não se apliquem, uma vez que estas últimas evitam a geração de

resíduos, mas não evitam que esses materiais ainda devam ser manipulados e transportados para poderem ser reaproveitados (SCHALCH, 2002).

As principais medidas para a redução dos resíduos na fonte incluem modificações no produto, tais como substituição do produto ou mudança na composição do produção; modificações de material, tais como purificação do material ou substituição do material e modificações na tecnologia, tais como modificações no processo, modificações no layout, tubulações ou equipamentos ou ainda modificações no cenário operacional e modificações nas praticas operacionais, tais como a adoção de praticas de gerenciamento, prevenção de perdas, segregação de fluxo de resíduos, aperfeiçoamentos do manejo de material ou plano de produção (SCHALCH, 2002).

A Figura 2 mostra um modelo de gerenciamento ambiental, onde visa a priorizar as ações de prevenção a poluição, no contexto da minimização de resíduos e /ou poluentes.

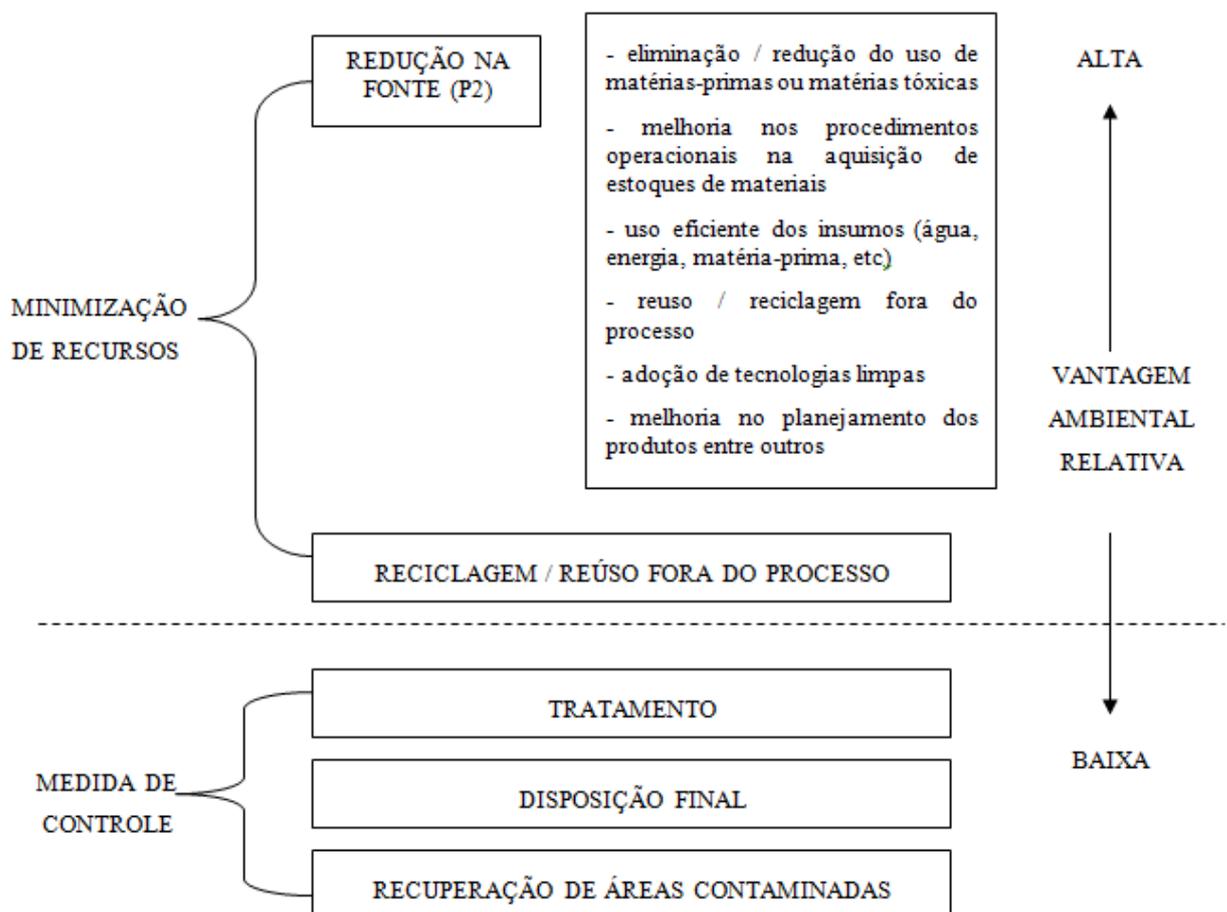


Figura 2: Modelo do gerenciamento ambiental de resíduo. CETESB (2002).

Segundo a metodologia proposta pelo *Environmental Protection Agency* (EPA), Agência Ambiental dos Estados Unidos, para o gerenciamento de resíduos industriais, deve considerar a definição de ações necessárias a obtenção de soluções adequadas do ponto de vista do desempenho industrial e do atendimento as exigências dos órgãos de controle ambiental. Onde basicamente deve ser respondida três perguntas:

- 1) Se a empresa produz resíduos, quais são eles, quais suas taxas e seus pontos de geração;
- 2) Como os resíduos gerados são classificados de acordo com os instrumentos legais disponíveis; e
- 3) Quais são os instrumentos de controle aplicáveis e as tecnologias e metodologias disponíveis para o gerenciamento desses resíduos.

De posse dessas informações, aplica-se a metodologia escolhida para o gerenciamento dos resíduos. A metodologia proposta esta baseada numa série de etapas de decisão que devera ser aplicada seqüencialmente, em ordem decrescente de interesse. A primeira etapa – a mais favorável, ou a melhor ação – é a prevenção da geração de resíduos, por meio da adoção de tecnologias de Produção mais Limpa. A ultima – a etapa menos favorável – a disposição do resíduo em aterros industriais (PINTO, 2004). A Figura 3 apresenta o fluxograma das etapas de decisão para o gerenciamento de resíduos sólidos industriais.

Desenvolver e implantar um Plano de Gerenciamento de Resíduos (PGR) é fundamental para qualquer organização que deseja maximizar as oportunidades e reduzir custos e riscos associados à gestão de resíduos sólidos. O PGR deve assegurar que todos os resíduos serão gerenciados de forma apropriada e segura, desde a geração ate a disposição final (PINTO, 2004).

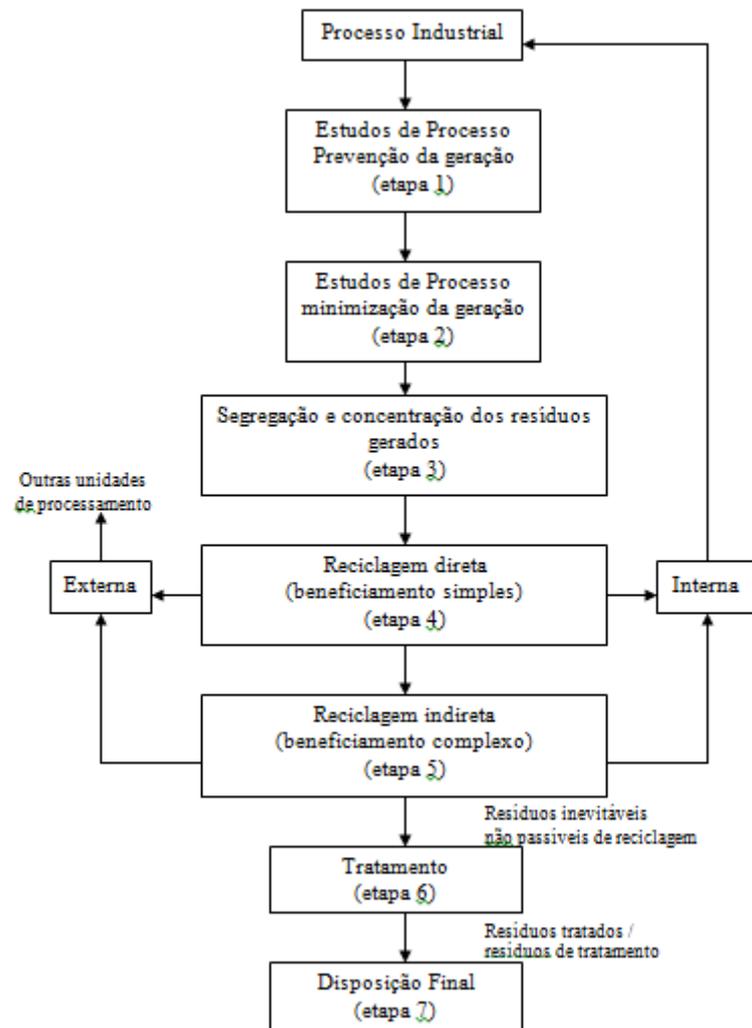


Figura 3: Fluxograma das etapas de decisão para o gerenciamento de resíduos sólidos industriais (LORA, 2002).

Segundo Silva Júnior (2010) o PGRS é dividido nas seguintes etapas: Classificação, Manuseio e Coleta, Armazenamento, Tratamento, Transporte, e Destinação Final.

**Classificação:** Os resíduos podem ser classificados como perigosos ou classe I.A, conhecendo-se a origem do resíduo ou por análise química, previstos na norma da ABNT NBR 10004:2004, que identifiquem características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade (SILVA JÚNIOR, 2010). Para classificar os resíduos, primeiro deverá ser realizada a separação destes.

**Manuseio e Coleta:** Devem ser identificados todos os funcionários responsáveis pelo manuseio dos resíduos sólidos, bem como os procedimentos de coleta destes. A capacitação do trabalhador é um fator primordial e deve ser fornecido treinamento adequado com registro

no currículo do trabalhador, pelos responsáveis pelas instalações (SILVA JÚNIOR, 2010 apud BRASIL, 1978; ABNT, 1992).

**Armazenamento:** O local de armazenamento dos resíduos deve ser aceito pela maioria da população sob influência destes, com mínima possibilidade de contaminação ambiental, para evitar alterações ecológicas na região, mantendo as distâncias previstas na legislação relativos a mananciais hídricos, lençóis freáticos e atividades industriais (SILVA JÚNIOR 2010, apud ABNT 1992; ABNT 1997).

**Tratamento:** Os resíduos são tratados de acordo com seu tipo. Alguns podem ser reciclados, como embalagens de plástico, caixas de papelão, papel, dentre outros.

**Transporte:** Segundo Silva Júnior apud NBR 12.235 (ABNT, 1992), toda movimentação de resíduo exige o registro do nome da empresa, do responsável técnico pelo armazenamento, com endereço, tipo/classificação do resíduo, data de movimentação do resíduo, fonte geradora, entrada e destino, além das informações inerentes ao resíduo e suas movimentações internas.

**Destinação final:** Silva Júnior (2010) afirma que segundo o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, para utilizar resíduo de uma empresa como insumo em outra, é necessário que o transporte do resíduo seja passível de autorização pelo órgão de controle ambiental responsável (IBAMA, 2010).

## **2.4 - Alternativas de disposição final do lodo**

Há várias alternativas aceitáveis tecnicamente para o tratamento e a destinação final do lodo. A mais comum utiliza a digestão anaeróbia, que pode ser seguida pela destinação final em aterros sanitários exclusivos, seguida de outras alternativas como o aterro sanitário, *landfarming*, a incineração, lagoas de armazenagem ou a reciclagem agrícola. A disposição oceânica não foi considerada como forma de disposição final de lodo, porque já não se utiliza mais esse processo por grande parte dos países, e a prática será totalmente proibida por grande parte destes a partir de 2005 (SANEPAR, 1999).

No presente será explicado apenas a reciclagem agrícola, pois as demais alternativas foram comentadas no item 2.3.1.

### **2.4.1 - Reciclagem Agrícola**

Quando realizada dentro de critérios seguros, a reciclagem agrícola alia baixo custo e aspecto ambiental positivo. É a solução mais correta ambientalmente, por promover o retorno de nutrientes ao solo.

A sazonalidade das demandas, o valor agrícola dos lodos como insumo agrícola e os custos envolvidos no seu beneficiamento e transporte, assim como um plano gerencial para a atividade e monitoramento ambiental são aspectos importantes para a análise deste método.

A reciclagem agrícola deve estar condicionada a regras que definam as exigências de qualidade do material a ser reciclado e aos cuidados exigidos para desinfecção, estabilização e normas de utilização que incluam as restrições de uso. Dessa forma, a regulamentação de uso é um pré-requisito básico para a utilização desta prática que apresenta grandes dificuldades para sua correta definição, de forma a garantir o uso seguro sem que inviabilize o processo devido ao excesso de exigências (SANEPAR).

Além dos procedimentos de engenharia sanitária inerentes à reciclagem agrícola do lodo de ETE`s (Estações de Tratamento de Esgotos) e da legislação ambiental vigente, a disposição final desse resíduo na natureza envolve aspectos ambientais, haja vista a modificação no comportamento dos solos, condicionando, em última consequência, a magnitude e as características de processos naturais, como a retenção de umidade, evaporação, infiltração das águas superficiais, filtragem e depuração das águas subterrâneas, escoamento superficial e erosão.

Os aspectos sociais e econômicos positivos da disposição do lodo de ETE`s estão associados ao aumento da fertilidade dos solos por meio do incremento de matéria orgânica, melhorando a capacidade de retenção de água no solo para a vegetação e a capacidade de aeração das raízes. Desde que atingida a viabilidade econômica do empreendimento, o aumento da produtividade agrícola tem efeitos sociais positivos na região dessa atividade (ANDREOLI, 2001).

## **2.5 - Processos de Tratamento de Efluentes Líquidos**

Visam primordialmente atender à legislação ambiental e em alguns casos ao reuso das águas. São definidos através de suas diferentes operações unitárias utilizadas. Podem ser classificados em físicos, químicos e biológicos em função das operações unitárias utilizadas no tratamento ou em função da natureza dos poluentes removidos (GIORDANO, 1999).

### **2.5.1 – Tratamentos Físico-químicos**

Os processos geralmente utilizados em sistemas de tratamento de efluentes são: floculação, coagulação, sedimentação ou flotação (OLIVATTO, 2009).

Outras operações físico-químicas podem ser aplicadas, tais como colunas de troca iônica, neutralização, oxidação, osmose reversa e ultrafiltração. Tais operações físico-químicas podem ser separadas em operações físicas: gradeamento, peneiramento, separação de óleos/gorduras, sedimentação, filtração, flotação e tanque de equalização; e operações químicas: coagulação, precipitação, troca iônica, neutralização, oxidação, osmose reversa e ultrafiltração (OLIVATTO, 2009).

A parte inicial dos sistemas de tratamento de efluentes são os processos preliminares considerados métodos físicos, entre eles o gradeamento e desarenação. No processo de gradeamento utilizam-se grelhas e crivos grossos, para remoção de sólidos grosseiros, os sólidos maiores são barrados pelo seu tamanho frente ao espaçamento das grades. Há diferentes espaçamentos de gradeamento, dentre eles: grades grosseiras, grades médias e grades finas, podendo reter respectivamente sólidos nos tamanhos de 5 a 10 cm, 2 a 4 cm e de 1 a 2 cm, que serão responsáveis por retirarem os sólidos grosseiros em suspensão do efluente. A finalidade do gradeamento é a proteção dos sistemas de tratamento posteriores, ou seja, a desobstrução do sistema de transporte de efluentes como as bombas e tubulações, assim como a proteção dos corpos receptores do efluente tratado (OLIVATTO, 2009).

A desarenação é um processo de sedimentação, em que os grãos de areia são de sedimentação mais rápida, devido a sua dimensão e densidade, diferentemente das partículas de matéria orgânica, que ficam no fundo do tanque, enquanto o efluente segue para as etapas posteriores. A finalidade deste é a de evitar a abrasão nas tubulações e bombas do sistema de tratamento,

além de evitar obstruções de sifões, orifícios e tanques, facilitando o transporte do lodo em suas diversas fases (KURITA, 2007 apud OLIVATTO, 2009).

O processo de separação de óleos/gorduras é um processo físico que ocorre por diferença de densidade, sendo que as frações oleosas mais leves são recolhidas na superfície. No caso de óleos ou borras oleosas de maior densidade que a água, esses são sedimentados e removidos por limpeza de fundo do tanque (GIORDANO, 1999).



**Figura 4: Caixa separadora de óleo/gordura instalada em uma indústria de bebidas. Fonte: Giordano (1999).**

Antes de o efluente seguir para os processos de coagulação, floculação e flotação, ocorre um processo chamado de neutralização, que se baseia em neutralizar a superfície das partículas que estão suspensas no efluente. As partículas possuem a superfície carregada eletricamente, devido à adsorção de íons, principalmente hidroxilas, presentes na água. O principal motivo de neutralizar o efluente é porque a presença de cargas elétricas aumenta a repulsão das partículas, dificultando aglomeração e a formação de agregados maiores, de maneira mais rápida, facilitando a sedimentação. Desta forma a neutralização elimina tais cargas eletrostáticas superficiais, ou seja, a diminuição do chamado potencial Zeta (KURITA, 2007 apud CECCHET, 2007).

A coagulação é um procedimento intimamente ligado ao processo de neutralização, consistindo em aproximar as partículas (aglutinação) e possibilitar que estas se tornem

maiores e sedimentem mais rapidamente (KURITA, 2007 apud OLIVATTO, 2009). Para realização desta, os produtos mais utilizados são ferro e alumínio seguidos de agitação rápida, no intuito de homogeneizar a mistura (PAVANELLI, 2001 apud CECCHET, 2007). A coagulação acontece quando a interação repulsiva entre as duplas camadas elétricas é suficientemente reduzida, permitindo a aproximação das partículas até que as forças de atração de *Van der Waals* predominem (ROSA, 2003 apud CECCHET, 2007).

Na floculação, através da adição de substâncias especiais (floculantes), as partículas menores suspensas, não influenciadas pelas livres acumulações de flocos, arranjam-se facilmente. O uso de produtos floculantes aumenta a densidade e a consistência dos flocos formados, deste modo reduz o consumo de coagulantes, aumentando a eficiência do trabalho e a capacidade do sistema de tratamento (CECCHET, 2007 apud OLIVATTO, 2009).

O procedimento seguinte ao da floculação é o da flotação que consiste em um processo de remoção de partículas no qual ocorre a introdução de microbolhas de ar que, quando em contato com as partículas do efluente, formam um aglomerado partícula-bolha de densidade aparente menor que a da água e que tende a flutuar até a superfície do tanque de flotação, onde será removido (CECCHET, 2007 apud OLIVATTO, 2009).

Segundo Jameson (1999) apud Cecchet (2007), a flotação tem sido utilizada para remover partículas suspensas finas de efluentes e lodos de mineração por aproximadamente 100 anos. A primeira prática de flotação foi a do tipo “mecânico”, onde as bolhas relativamente grosseiras de aproximadamente 2 a 5 mm, eram introduzidas no líquido a ser tratado por sopramento de ar por meio de telas ou outro material poroso ou por insuflação de ar por um pressurizador. Em alguns pressurizadores pode ocorrer a indução do ar da atmosfera sem a necessidade de sopradores ou compressores, desta maneira esse tipo de flotação ficou conhecida por “flotação por ar induzido” (FAI) nos tratamentos de águas industriais.

Um método de flotação, denominado de “flotação por ar dissolvido” (FAD), é muito mais comumente utilizado em sistemas de tratamento de água do que o método FAI. No FAD, ocorre a saturação do fluxo de água com ar à elevada pressão, na ordem de 4 atm (CECCHET, 2007 apud OLIVATTO, 2009). Esse método de flotação segundo Dorsa (2004) apud Cecchet (2007), aliado a uma etapa prévia de coagulação/floculação é capaz de promover, constantemente, uma remoção de DBO5 superior a 95%. Desta forma o teor de óleos e graxas é reduzido para algo abaixo de 50 mg/L.

Segundo Teixeira (2003) *apud* Cecchet (2007), as bolhas de gás são obtidas pela liberação da parcela de gás previamente dissolvida na massa líquida, que ocorre devido à repentina queda de pressão quando entra no tanque de flotação. O tratamento envolve coagulação, aglomeração de sólidos e emulsões de óleo, flotando-se o floco resultante, através do empuxo, que é proporcionado pela aderência de microbolhas de ar. No decorrer deste procedimento, produtos químicos tais como o alumínio, sais de ferro, sílica ativada, polímeros catiônicos ou aniônicos são adicionados com a finalidade de alterar as cargas da superfície das partículas, possibilitando a formação dos flocos. Alguns poluentes dissolvidos, como os metais, incorporam-se na massa de flocos, através da formação de espécies insolúveis após sua reação com sais inorgânicos. Também podem ser utilizados auxiliares de floculação, como os polímeros catiônicos. Eles alteram as características dos flocos, modificando seu tamanho, peso específico e afinidade com as microbolhas de ar (CECCHET, 2007).

### **2.5.3 - Tratamentos Biológicos**

Os sistemas de tratamento biológicos são considerados como tratamentos secundários. Eles são em alguns casos o principal procedimento para o tratamento de águas e efluentes industriais, especificamente quando os níveis de DBO são muito elevados (OLIVATTO, 2009).

É um fato bem documentado a capacidade de certos microorganismos para degradar substâncias orgânicas tóxicas (BUITRÓN, 1996 *apud* FREIRE, 1999). O tratamento biológico baseia-se na utilização dos compostos tóxicos de interesse, como substrato para o crescimento e a manutenção de microorganismos. Dependendo da natureza do aceptor de elétrons, podem ser divididos em aeróbios ou anaeróbios. Nos aeróbios o aceptor de elétrons é oxigênio molecular, e levam à formação de CO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>O. Nos anaeróbios o oxigênio molecular está ausente, sendo que algumas formas de carbono, enxofre e nitrogênio participam como aceptores de elétrons (ex. NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>, CO<sub>2</sub>), e degradam a CO<sub>2</sub> e CH<sub>4</sub> (FREIRE, 1999).

Os tratamentos biológicos de efluentes industriais e esgotos objetivam remover a matéria orgânica e em suspensão, através da transformação da matéria em sólidos sedimentáveis (flocos biológicos) ou gases (GIORDANO, 1999 *apud* RAMALHO, 1991).

Devem ser formados produtos mais estáveis, tendo os efluentes industriais ou esgotos tratados um aspecto mais claro, menor concentração de matéria orgânica e significativa redução da presença de microorganismos. Os processos de tratamento biológicos utilizam a matéria orgânica dissolvida ou em suspensão como substrato para microorganismos tais como bactérias, protozoários e fungos, que a transformam em água, gases e outros microorganismos (GIORDANO, 1999).

Os flocos biológicos em excesso (ou excesso de lodo) são extraídos dos sistemas de tratamento e submetidos a processos de secagem natural ou mecanizada. Os efluentes industriais e os esgotos, clarificados devido à remoção da matéria orgânica em suspensão (coloidal ou sedimentável) e dissolvida, assim como pela redução da presença de microorganismos, são considerados tratados. O grau de tratamento requerido baseia-se na legislação ambiental, ou seja, nas características ou pelo uso preponderante atribuído ao corpo receptor (GIORDANO, 1999 apud FEEMA, 1992).

Os tratamentos baseados em sistemas biológicos têm capacidade de tratar grandes quantidades de efluentes, apresentam menor custo de funcionamento e ainda simplicidade operacional, sendo que os processos de lodos ativados têm aplicabilidade em efluentes mais complexos (OLIVEIRA et al, 2009 apud OLIVATTO, 2009).

O processo de lodos ativados fundamenta-se no fornecimento de oxigênio (ar atmosférico ou oxigênio puro), para que os microrganismos degradem a matéria orgânica dissolvida e em suspensão, para que seja transformada em gás carbônico, água e flocos biológicos formados por microrganismos característicos do processo. Tal característica é utilizada para separar a biomassa, ou seja, os flocos biológicos dos efluentes tratados (fase líquida), desta forma os flocos biológicos que são formados apresentam boa sedimentabilidade (GIORDANO, 2004 apud OLIVATTO, 2009).

Como principais processos, temos (GIORDANO, 1999):

- Lagoas anaeróbias e fotossintéticas;
- Processos aeróbios, normalmente representados representados por lodos ativados e suas variantes: aeração prolongada; lodos ativados convencionais; lagoas aeradas aeróbias; lagoas aeradas facultativas;

- Processos facultativos, que são bem representados por algumas lagoas (fotossintéticas e aeradas facultativas e por processos que utilizam biofilmes (filtros biológicos, biocontactores e biofilmes). Biocontactores apresentam também processos biológicos aeróbios;
- Processos anaeróbios, que ocorrem em lagoas anaeróbias e biodigestores.

#### **2.5.4 - Lagoas aeradas**

Segundo Jordão e Pessoa (1995) apud Castro (2012), as lagoas aeradas são um modelo de sistema de tratamento por lagoas de estabilização onde utilizam-se equipamentos electromecânicos (aeradores) para suprir oxigênio. Elas se classificam, segundo o comportamento e a cinética do processo, em lagoas aeradas aeróbias ou de mistura completa e lagoas aeradas facultativas. Diferentemente das lagoas de estabilização facultativas, as lagoas aeradas aeróbias não são processos estritamente naturais, dependendo da introdução artificial do oxigênio requerido por organismos decompositores da matéria orgânica solúvel e finamente particulada (CASTRO, 2012). Segundo Von Sperling (1996) apud Castro (2012), as lagoas aeradas de mistura completa são essencialmente aeróbias e os aeradores garantem a oxigenação do meio, mantendo os sólidos em suspensão. Portanto, não há acúmulo de material no fundo da lagoa (JORDÃO e PESSÔA, 1995 apud CASTRO, 2012).

Entretanto, é necessária a utilização de lagoas de decantação em sequência, para que haja a sedimentação dos sólidos. Como vantagens deste processo estão a boa resistência a variações de carga, alta eficiência na remoção da matéria orgânica e reduzidas possibilidades de maus odores. Nas lagoas aeradas de mistura completa, são necessários baixos tempos de detenção, variando entre 2 e 4 dias (CASTRO, 2012).

De acordo com Jordão e Pessoa (1995) apud Matos (2005), devido ao fornecimento contínuo de oxigênio e à capacidade de mistura dos aeradores, permite-se adotar maiores profundidades e menores tempos de detenção nas lagoas aeradas. Portanto, menor o requisito de área é necessário em comparação com os outros tipos de lagoas de estabilização.

Nas lagoas aeradas facultativas, apesar de os aeradores manterem o oxigênio dissolvido na maior parte da massa líquida (camada superficial), não proporcionam a mistura completa,

permitindo que haja sedimentação de parte dos sólidos em suspensão e sua resultante decomposição anaeróbia. Ocorre a oxidação do gás sulfídrico liberado na decomposição anaeróbia do material sedimentado, pelo oxigênio dissolvido na camada líquida superior, eliminando a possibilidade de maus odores. O tempo de detenção hidráulico das lagoas aeradas facultativas varia de 5 a 10 dias. As principais desvantagens do processo são o elevado custo com energia elétrica. Além disso, é necessário remover o lodo da lagoa de decantação dentro de um período de 2 a 5 anos (CASTRO, 2012).

### 3 DESENVOLVIMENTO

As etapas necessárias adotadas para o desenvolvimento desse trabalho, foram: a descrição dos setores produtivos da empresa, a identificação de resíduos gerados em cada etapa do setor, a classificação de acordo com a ABNT NBR 10.004/2004, a quantidade gerada, e o destino final mais apropriado para a empresa em questão. Deve-se ressaltar que a empresa já possui um PGRS, porém, para melhor entendimento e a fim de evitar falhas, inicialmente procedeu-se como se a empresa não tivesse.

#### 3.1 - A Empresa

A empresa em estudo é uma Cooperativa Agroindustrial que nasceu da união de 46 cafeicultores em 27 de março de 1963, com o propósito de organizar o setor produtivo. Atualmente é considerada a maior cooperativa da região, formada não apenas pelas 62 unidades de armazenamento e comercialização de agrotóxicos e de recebimento de grãos, espalhadas pelas regiões Norte e Noroeste do Paraná.

A área industrial é composta por duas unidades de esmagamento de soja, duas de processamento de laranja, duas torrefadoras de café, um moinho de trigo, uma fábrica de rações, uma usina de açúcar e álcool, estruturas de refino de óleos, fabricação de bebidas prontas para consumo, uma fábrica de fios e, ainda co-geração de energia elétrica.

Na parte agrícola, a cooperativa de Maringá possui área de 500 mil hectares cultivados com lavouras de soja, 256 mil com milho de inverno, 380 mil hectares com milho de verão, 133 mil hectares com trigo, 14,5 mil hectares com pomares de laranja e 26 mil hectares com cultivo de café.

É considerada uma das cooperativas mais modernas e bem administradas do Brasil, tendo apresentado em 2011 um faturamento acima de 2 bilhões de reais (Cocamar, 2012b).

O presente trabalho relata observações realizadas durante o estágio realizado na unidade de Maringá. Tal unidade nada mais é do que um complexo industrial composto das fábricas 1 e 2 (fábricas de óleo), fábrica 3 (néctar, bebidas à base de soja, maionese, catchup, mostarda), fábrica de fios e fábrica de café. Apresenta ainda uma administração central, almoxarifado e restaurantes.

### **3.2 – Processo Produtivo e Pontos de Geração de Resíduos**

A descrição do processo produtivo aconteceu naturalmente após a observação diária que ocorreu durante o período de realização do estágio. Algumas informações advém do questionamento realizado junto ao funcionários de cada setor.

Juntamente com a descrição do processo produtivo procurou-se agregar informações pertinentes a geração de resíduos em cada etapa do processo da empresa. Realizou-se um balanço a fim de verificar a credibilidade dos dados fornecidos.

Para a classificação dos resíduos gerados, utilizou-se a ABNT NBR 10.004/2004 e laudos de caracterização realizados junto a empresa.

De posse das informações obtidas torna-se possível indicar pontos de melhoria no PGRS e propor novas alternativas.

#### **3.2.1 – Fábricas 1 e 2 (Fábricas de óleo)**

Tanto a Fábrica 1(fabrica óleo de soja) quanto a 2 (fabrica óleo de soja, canola, milho, girassol e azeite de oliva) são divididas em 4 operações principais que antecedem o refino: Armazenamento, Ressecagem, Preparação e Extração. A fábrica 1 diferencia-se da fábrica 2 por possuir a etapa de Peletização (produção de ração animal), embora essa etapa seja realizada na estrutura física da fábrica 1, todo a torta produzida pela fábrica 2 também será enviada para a peletização depois de resfriada. A sequência completa das operações pode ser visualizada no fluxograma de geração de resíduos apresentado na Figura 7.

#### **Armazenamento:**

Os caminhões descarregam em tombadores que jogam a soja nas moegas, essas recebem a soja, jogam em elevadores e fitas e então encaminham para os armazéns e silos, onde ela passará por algumas peneiras, separando itens como tijolos, então estocada com controle da umidade.

**Ressecagem:**

A soja do armazém é encaminhada para peneira de limpeza, que trabalha em 3 estágios. O 1º separa as partículas maiores, gravetos e espiga de milho. O 2º separa a vagem da soja, a vagem cai na moega e posteriormente é revendida. Do 3º estágio sai a soja (grão). Esta vai para o secador, para sair com umidade entre 9,5% a 10,5%. A soja então sai do secador e é armazenada nos silos 1 de capacidade de 1350 toneladas e 4 de capacidade de 5200 toneladas.

**Preparação:**

A soja proveniente dos silos entra no Quebrador, que quebra a soja e a separa em polpa e casca. A polpa entra nas colunas de ar, que as separa em polpa e casca. A casca cai na peneira e posteriormente nos ciclones. Essa é mandada para a peletização e será dosada no farelo para controle de proteína ou então vendida separadamente.

A polpa vai para o Condicionador, que eleva a temperatura desta para ajudar a quebrar o retículo que armazena o óleo. Feito isso, segue para os 12 Laminadores, que a deixam laminada, facilitando que o solvente atinja o retículo de óleo.

Na última etapa da Preparação, a lâmina de soja vai para o Expander, que manda vapor direto da Caldeira para facilitar a quebra do retículo. Na Fábrica 2 toda produção vai para o Expander. Na Fábrica 1 apenas metade da produção entra no Expander, pois este não comporta a capacidade total da fábrica. A outra metade é mandada para o extrator na forma de lâmina.

**Extração:**

A massa de soja entra no Extrator, que a encharca solvente e retira o óleo. Há duas saídas, uma de torta e outra de miscela (solvente + óleo). A miscela vai para Destilaria, que separa o solvente do óleo e encaminha o óleo bruto para Refinaria. A torta que sai do Extrator vai para o Dessolventizador, formando o farelo.

Na destilaria, a miscela passa por três colunas de destilação, essa coluna consiste em um corpo formado por um trocador de calor e a cabeça formada por um destilador flash, no fim desses três equipamentos já obtemos uma miscela com 98% de óleo e 2% de hexano. Então esse é mandado pra uma coluna stripping onde todo o hexano é retirado por meio de calor e agitação e finalmente esse óleo já livre de hexano é mandado para a refinária.

Importante citar que a cada tonelada de soja que entra no extrator somente 1,5 litros de hexano são perdidos no processo, isso por que temos um processo de condensação, decantação e torre de absorção e adsorção com óleo mineral no sistema, recuperando o hexano para reutiliza-lo.

### **Refinaria:**

Ao tratarmos de soja a refinaria é composta por três etapas: Neutralização, Branqueamento e Desodorização. Como é na etapa de Neutralização que ocorre o envio de resíduo para ETE, não se realizará um detalhamento das etapas de Branqueamento e Desodorização.

### **Neutralização:**

O óleo bruto entra no Reator de óleo/ácido, que tem a função de retirar os fosfatídeos não hidratáveis. Flui para o Reator óleo/soda, que neutraliza o ácido que entra. Depois é direcionado para a Centrífuga Neutra, que também separa os fosfatídeos e os sais de soda com ácido por meio mecânico, formando dois produtos: borra, que cai nos Tanques de borra e óleo neutro, que cai na Centrífuga lavagem, para retirada de fosfatídeos hidratáveis.

A Centrífuga de lavagem recebe óleo neutro e água desmineralizada, separa fosfatídeos hidratáveis de água, manda óleo neutro para o Secador, que retira a água que sobrou no óleo e armazena este óleo no Tanque de óleo neutro. A água retirada nas centrifugas é mandada para o decantador, que separa o óleo da água. O óleo neutro volta para o começo do processo da Refinaria e a água é destinada para a ETE.

A Figura 7 ilustra o fluxograma do processo identificando pontos de geração de resíduos paradas Fábricas 1 e 2.

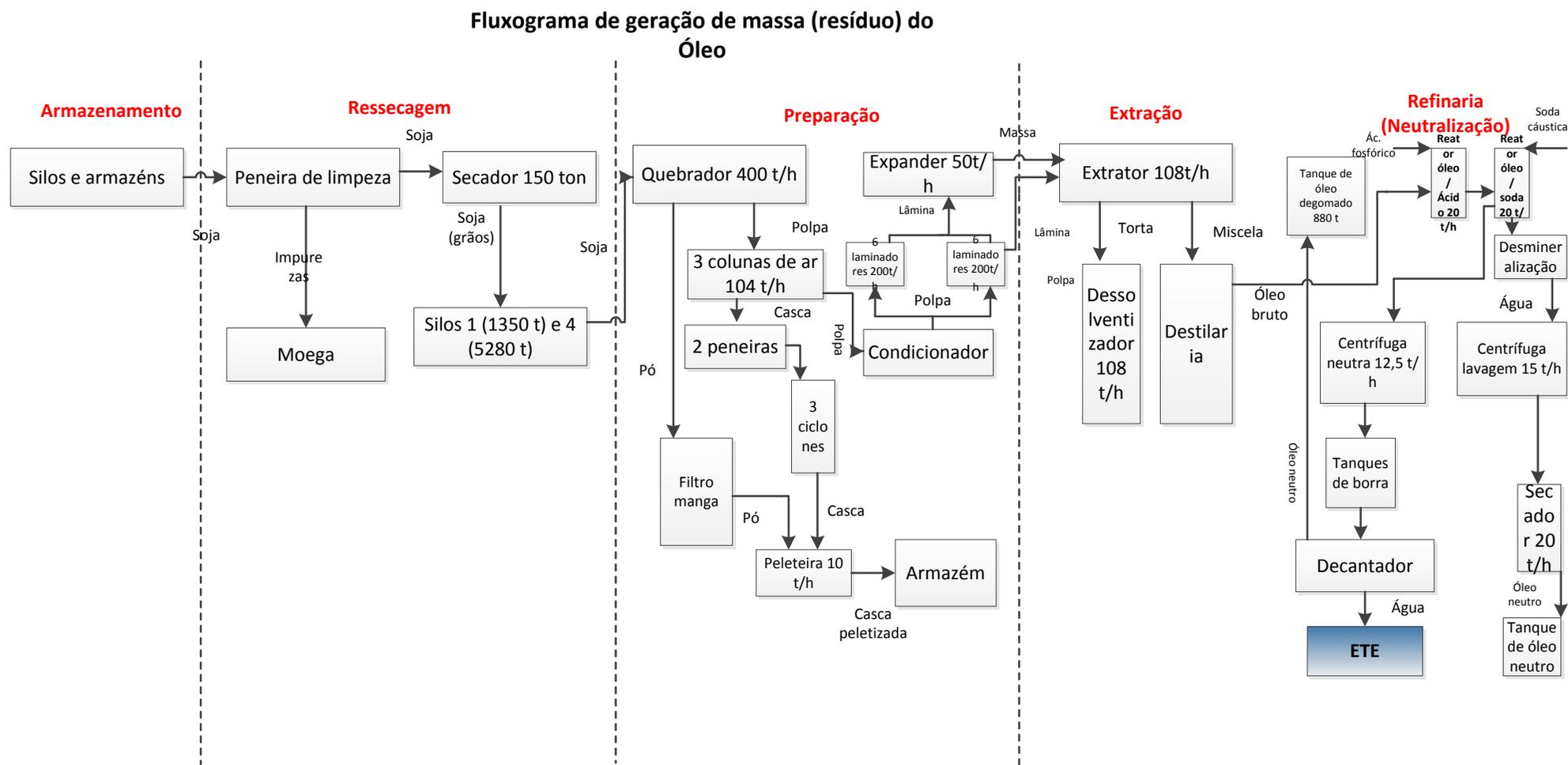


Figura 5: Fluxograma dos Resíduos do Óleo. Fonte: Cocamar (2012).

### 3.2.2 - Fábrica 3

Na fábrica 3 são produzidos sucos, maionese, *catchup* e mostarda. O fluxograma básico do processo industrial para fabricação destes produtos é o mesmo, diferenciando-se apenas nos ingredientes, conforme esquematizado na Figura 6.

Na observação do processo de fabricação dos produtos citados anteriormente, nota-se que as operações com descarte de efluentes são: pesagem e dosagem de ingredientes, formulação do produto, pasteurização e envase. Em tais operações ocorre o método de limpeza CIP (Clean-in-place).

O método de limpeza CIP baseia-se na limpeza interna de tubos, equipamentos ou acessórios associados sem relocação ou desmontagem. Normalmente realizada com ácido, cáustico, ou uma combinação de ambos, seguida de enxague final com água de qualidade injetável. Na verdade o enxágue final deverá ser realizado com água da mesma qualidade que a utilizada para produção (COSENTINO, 2012).

### FLUXOGRAMA DA FÁBRICA 3 (SUCOS E MAIONESE)

No néctar os ingredientes são: água, polpa de fruta, açúcar, ácido cítrico, acidulante entre outros. Na bebida à base de soja, os ingredientes são basicamente os mesmos, exceto a água, que é substituída pelo extrato de soja.

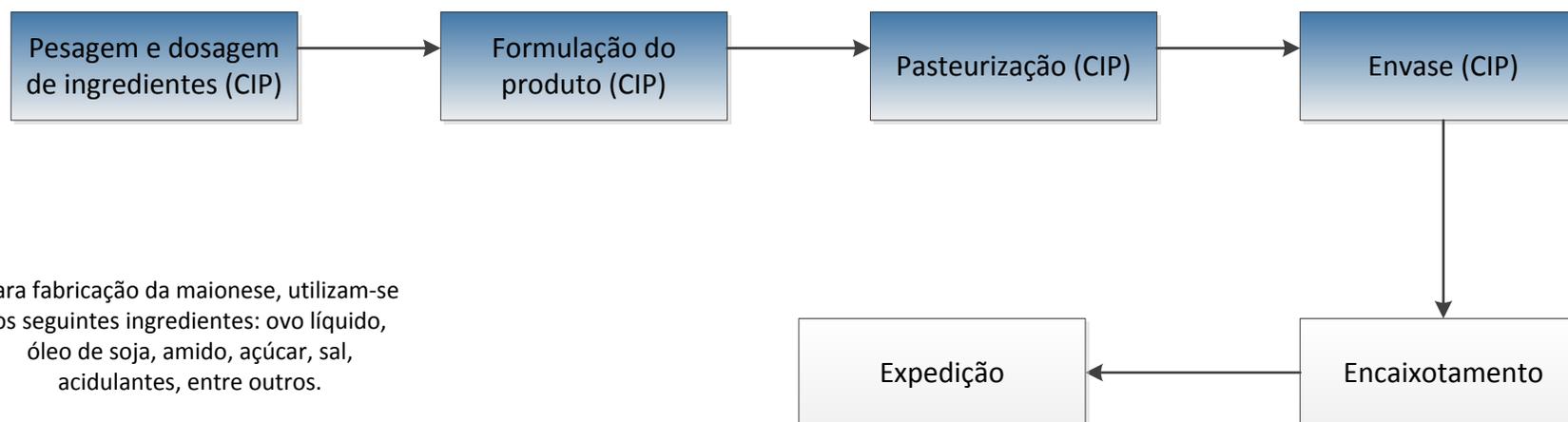


Figura 6: Fluxograma da Fábrica 3. Fonte: Cocamar (2012).

### 3.2.3 - Outros

Resíduos ainda são gerados na Administração central, restaurante Haddock e Restaurante da Associação.

### 3.2.4 - Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) da empresa

A ETE da empresa se resume em duas etapas:

- Tratamento Físico-Químico (Coagulação seguido de Floculação e Flotação por Ar Dissolvido);
- Tratamento Microbiológico (Aeração, Sedimentação e Secagem – Condicionamento e Desidratação).

Os efluentes provenientes da fábrica de sucos, fábrica de maionese, refinaria e lavagem da prensagem da fábrica II são dispostos em Tanques Homogeneizadores (TQ01.V e TQ10.V) e posteriormente enviados ao Tratamento Físico-Químico para, em seguida, irem ao Tratamento Microbiológico.

No Tratamento Físico-Químico são utilizados os seguintes equipamentos:

- Tanques;
- Misturadores estáticos;
- Flotador de Ar Dissolvido;
- Bombas;
- Válvulas.

Abaixo (figuras 7 e 8) encontram-se imagens de um Flotador de Ar Dissolvido.



Figura 7: Flotador de ar dissolvido. Fonte: [http://www.okte.com.br/Equipamentos/Flotador\\_FAD.htm](http://www.okte.com.br/Equipamentos/Flotador_FAD.htm)



Figura 8: FAD visto por cima. Fonte: <http://www.flickr.com/photos/looks/1809406286/>

O processo de tratamento de efluentes encontra-se esquematizado na Figura 9 e pode ser descrito conforme segue abaixo.

O efluente bruto recalado entra no Misturador Hidráulico, e recebe as soluções de produtos químicos, coagulante, solução de correção de pH e floculante para a floculação do material em suspensão coloidal.

O efluente floculado entra no Flotador por Ar Dissolvido. As micro-bolhas formadas em tanque de pressão carregam a matéria em suspensão para a superfície, onde é raspado por removedor de flotado. O removedor superficial envia o flotado removido para a caixa de espuma e posteriormente ao tanque de flotado para reaproveitamento e/ou disposição final.

Ácido Clorídrico/Soda corrigire o pH do efluente, possibilitando que o agente coagulador (Sulfato de Alumínio) haja na matéria graxa contida no efluente e o Polímero auxilia na floculação. Após a mistura com os produtos químicos, o efluente é enviado ao Flotador de Ar Dissolvido, o FL01.V, onde a injeção de ar para a flotação da matéria graxa que é imediatamente removida por raspador indo para os Tanques de Armazenamento de Borra Mista, os tanques TQ2A.V e TQ2B.V e a água resultante desse processo entra no processo microbiológico que se inicia na Lagoa 1.

A Lagoa 1 recebe também, após a passagem por uma Caixa de Gordura, o efluente proveniente das Extrações I e II e a lavagem de piso do Envase e refinaria.

No Tratamento Microbiológico utilizam-se os seguintes equipamentos:

- Lagoas de Aeração (1 e 2);
- Caixa de Gordura;
- Decantador;
- Caixa de Lodo;
- Tanques;
- Bombas;
- Filtro Prensa.

O objetivo do tratamento microbiológico consiste na remoção da matéria orgânica dissolvida e em suspensão, através da transformação desta em sólidos sedimentáveis (Flocos Biológicos ou Lodo). O processo é fundamentado no fornecimento de oxigênio (ar atmosférico ou

oxigênio puro) pelos aeradores, a fim de que os microorganismos biodegradem a matéria orgânica dissolvida e em suspensão, transformando-a em gás carbônico, água e lodo formado por microorganismos característicos do processo, apresentando normalmente boa sedimentabilidade.

A Lagoa 1 possui seis aeradores. Após a Lagoa 1, o efluente é encaminhado à Lagoa 2 para a mesma função, porém com a presença de sete aeradores. Em seguida a água passa por um Decantador que possui um raspador de Lodo, onde parte deste Lodo retorna para Lagoa 1 e o chamado Lodo Excedente é enviado ao Filtro Prensa para a Secagem. Por fim, a água do Decantador vai para as galerias fluviais e em seguida ao Ribeirão Bandeirantes do Sul, que atua como um corpo receptor do efluente tratado. O fluxograma dos processos da ETE é mostrado na Figura 9 abaixo.

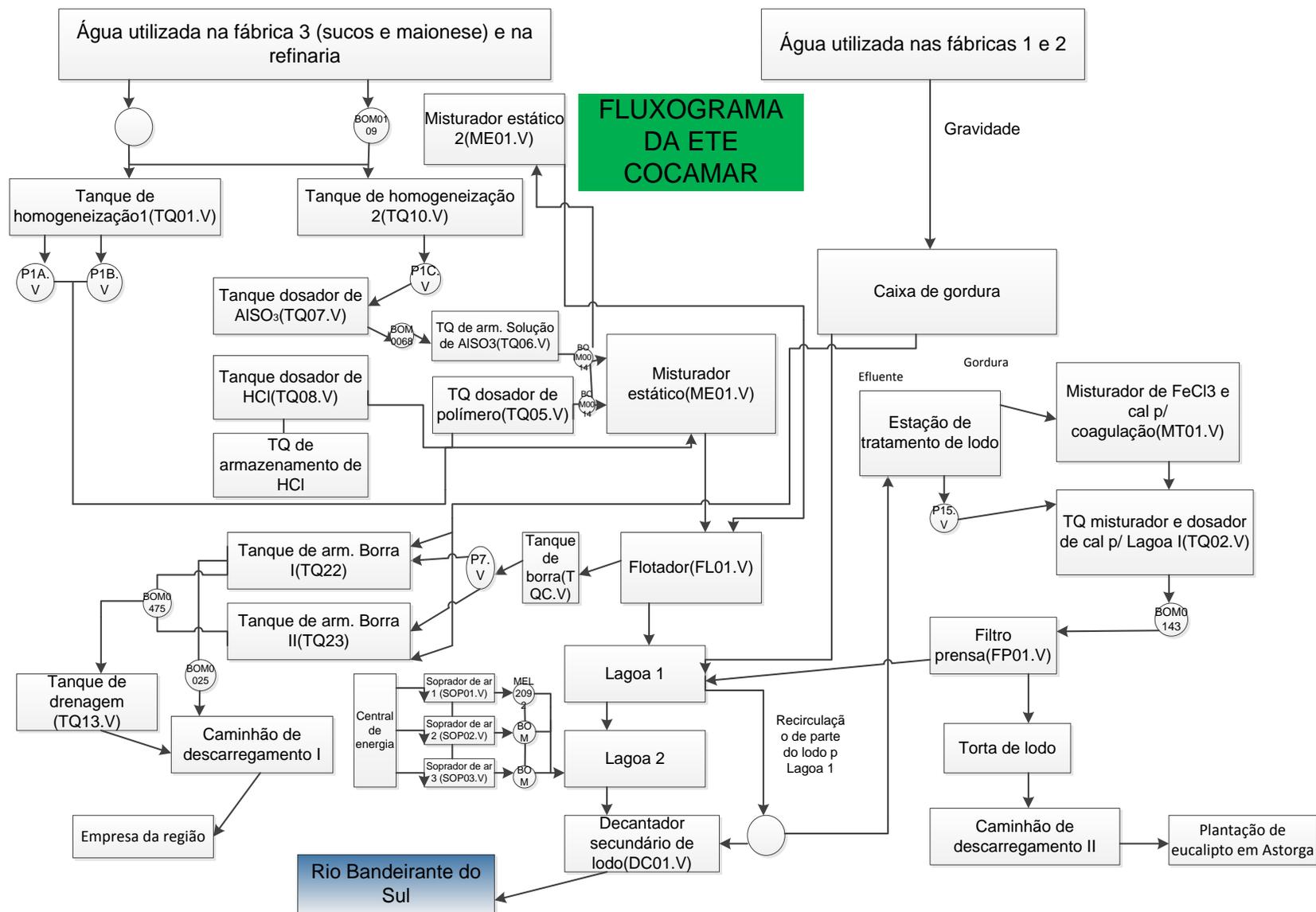


Figura 9: Fluxograma da ETE. Fonte: Cocamar (2012).

### 3.3 – Descrição e Classificação dos Resíduos Sólidos

Neste trabalho, foram levantados os resíduos gerados na unidade maringense de uma cooperativa agroindustrial e em seguida, realizou-se a classificação de acordo com a ABNT NBR 10.004/2004, possibilitando verificar o correto destino para os mesmos.

**Tabela 1: Classificação dos resíduos gerados na empresa.**

RESÍDUO	CLASSIFICAÇÃO	QUANTIDADE
Pilhas e baterias diversas	Classe I - Perigosos	55 kg/mês
Lâmpadas	Classe I - Perigosos	1750 unid/mês
Estopas contaminadas com óleo e/ou graxas	Classe I - Perigosos	300 kg/mês
Produtos químicos vencidos	Classe I - Perigosos	249.17 kg/mês
Sólidos sem contaminação (fibra de vidro e lã de vidro)	Classe I - Perigosos	1,452.80 kg/mês
Sólidos contaminados - Estopas, embalagens de solventes e tintas; EPI's usados; filtros e panos sujos com graxa e óleo; pincéis usados; pó de serra usado para conter pequenos vazamentos de óleo, lixas; peças automotivas usadas como mangueira e borracha contaminada, papel, papelão contaminados com óleo, graxa e tintas; resíduo de varrição de chão do local de manutenção, borrachas, etc.	Classe I - Perigosos	885.2 kg/mês
Embalagens plásticas, lubrificantes, aditivos e fluidos diversos	Classe I - Perigosos	20 unid/mês
Cinzas de caldeira/cinzas de fornalha/Piscina para pátio	Classe II A - Não Inerte	1,400 ton/mês
Lodo da ETE	Classe II A - Não Inerte	45 ton/mês
Resíduos de Construção Civil	Classe II A - Não Inerte	Eventual kg/mês
Resíduos orgânicos e Rejeitos	Classe II A - Não Inerte	31.5 ton

**Fonte: Autor.**

A seguir na Tabela 1 pode se verificar (qualitativa e quantitativamente) os principais resíduos gerados nos setores da empresa.

Para a obtenção de um bom PGRS, a identificação e classificação dos resíduos sólidos gerados é fundamental, mas deve ressaltar que para um bom desempenho do PGRS, a principal medida a ser tomada é a conscientização dos administradores e funcionários da empresa. Desta forma, sugere-se cursos de capacitação e sensibilização para os funcionários da empresa, abordando a metodologia da prática de Produção mais Limpa, que visa à redução

na fonte dos resíduos e um consumo sustentável dos recursos. Este curso teria uma revisão periódica. Também, sugere-se nesta fase, mais incentivo aos funcionários que se adequem as novas exigências da separação dos resíduos, como por exemplo, expor uma foto no mural, destacando o funcionário mais ecologicamente correto dentro da empresa, prêmios em forma de produtos ou até mesmo em dinheiro.

### **3.4 Destino Final dos Resíduos Sólidos**

Após a classificação dos resíduos gerados, pode-se estabelecer um destino correto dos resíduos gerados, atendendo a legislação ambiental vigente.

Tabela 2: Destino final dos resíduos gerados na empresa.

Resíduo	Quantidade total destin <sup>a</sup>	Quantida de total destin. <sup>b</sup>	Unidade	Destino final Atual	Valor unitário pago ou arrecadado	Valor gastots/arrec <sup>b</sup> (R\$)	Valor total arrecadado no mês (R\$)	Balço geral (R\$)	Quant. Verificada para setor de compras <sup>c</sup>
Pilhas e baterias diversas	55,00		kg/mês	NORTEVISUAL	3,50	192,50	0,00	192,50	Quantificar
Lâmpadas	1.750,00		unid/mês	NORTEVISUAL	0,45	787,50	0,00	787,50	
Estopas contaminadas com óleo e/ou graxas	300,00		kg/mês	NORTEVISUAL	1,20	360,00	0,00	360,00	
Produtos químicos vencidos	249,17		kg/mês	NORTEVISUAL	4,00	996,67	0,00	996,67	
Sólidos sem contaminação (fibra de vidro e lã de vidro)	1.452,80		kg/mês	NORTEVISUAL	0,75	1.089,60	0,00	1.089,60	
Sólidos contaminados	885,20		kg/mês	NORTEVISUAL	1,20	1.062,24	0,00	1.062,24	
Embalagens plásticas	20,00		unid/mês	NORTEVISUAL	0,00	0,00	0,00	0,00	
Cinzas	1.400,00		Ton/mês	Aplicação em solo (área eucalipto)	28,00	6790,11	0,00	39.200,00*	

\* R\$ 8,00/ton pagos à Organosuper + R\$ 5,00 de frete pagos à Transcocamar.

Fonte: Cocamar (2012).

Tabela 3: Destino final dos resíduos gerados na empresa (continuação).

Resíduo	Quantidade total destin <sup>a</sup>	Quantidade total destin. <sup>b</sup>	Unidade	Destino final Atual	Valor unitário pago ou arrecadado	Valor gastots/arrec <sup>b</sup> (R\$)	Valor total arrecadado no mês (R\$)	Balanco geral (R\$)	Quant. Verificada para setor de compras <sup>c</sup>
Lodo da ETE	45,00		ton/mês	Aplicação em solo	28,00	1.260,00	0,00	1.260,00	
Resíduos da construção civil	Eventual		kg/mês	Encaminhamento à Pedreira Ingá	110,00 (caminhão truck) + 40,00 por caçambas	0,00	0,00	0,00	
Resíduos orgânicos e rejeitos	31,50		ton	Aterro sanitário da Pedreira Ingá	74,2	2.337,3	2.337,3	0,00	2.337,3
Papel branco	3.304,00	7.186,26	kg/mês	Reciclagem do Rei	R\$ 0,18	1.294	594,72	594,72	79,049
papelão	20.852,00	14.469,55	kg/mês	Reciclagem do Rei	R\$ 0,13	1.881,04	2.710,76	2.710,76	159,165
Emb. Cartonada (Tetra Pak)	6.873,00	12.765,03	kg/mês	Reciclagem do Rei	R\$ 0,13	1.659,53	893,49	893,49	140,415
Kraft / enepack	-	1.552,93	kg/mês	Reciclagem do Rei	R\$ 0,18	279,53	-		17,082

<sup>a</sup> Dados gerais coletados.

<sup>b</sup> Fornecido pelo setor de compras.

<sup>c</sup> de janeiro a novembro

Fonte: Cocamar (2012).

Tabela 4: Destino final dos resíduos gerados na empresa (continuação).

Resíduo	Quantidade total destin <sup>a</sup>	Quantidade total destin. <sup>b</sup>	Unidade	Destino final Atual	Valor unitário pago ou arrecadado	Valor gastots/arrec <sup>b</sup> (R\$)	Valor total arrecadado no mês (R\$)	Balço geral (R\$)	Quant. Verificada para setor de compras <sup>c</sup>
Plásticos	1.045,00	930,91	kg/mês	Reciclagem do Rei	R\$ 0,25	232,73	261,25	261,25	10,240
Emb. Laminadas de sacos de café	60	0	Unid./mês	Reciclagem do Rei	R\$ 0,00	Junto com plásticos	0,00	0,00	
Sucata de cobre	195	26,36	kg/mês	J.H.Vieira Neto ME e Ferro velho do Zico	R\$ 1,50	39,55	292,50	292,50	290
Sucata de alumínio <sup>2</sup>	15	-		Ferro velho do Zico	R\$ 0,40		6,00	6,00	N/A
Sucata de inox	2	-	kg/mês	Ferro velho do Zico	R\$ 1,50		3,00	3,00	N/A
Sucata de ferro	20.400,00	6.649,41	kg/mês	Kopp – Ferro velho do Zico	R\$ 0,20	1.329,88	4.080,00	4.080,00	73,144
Sucata (fios, etc) de aço	800	0	kg/mês				0,00		
Vidro	15	0	kg/mês	Nortevisual	0,40		6,00		

Fonte: Cocamar (2012).

Na Tabela 2 (página 42) encontram-se os resíduos que a empresa paga por suas destinações, os valores gastos, a quantidade gerada mensalmente, bem como a destinação atual. Com exceção dos sólidos sem contaminação, todos são classificados como resíduos perigosos. Destaca-se o elevado custo com o descarte das cinzas de caldeira/cinzas de fornalha/piscina para pátio.

Na análise da Tabela 4 (página 44), pode-se verificar quais resíduos são comercializados (vendidos) pela empresa, os valores arrecadados (tanto diários quanto mensais), a quantidade destinada mensalmente e a destinação atual. Apenas as embalagens laminadas de sacos de café não possuem valor comercial, sendo doadas à Reciclagem do Rei.

Tabela 5: Destino final dos resíduos gerados na empresa (continuação).

Resíduo	Quantidade total destin <sup>a</sup>	Quantidade total destin. <sup>b</sup>	Unidade	Destino final Atual	Valor unitário pago ou arrecadado	Valor gastots/arrec <sup>b</sup> (R\$)	Valor total arrecadado no mês (R\$)	Balanço geral (R\$)	Quant. Verificada para setor de compras <sup>c</sup>
Bombonas plásticas (25 e 30L)	247	0	kg/mês	Eldorado e Reciclagem do Rei	0,20		49,40		
Bombonas plásticas (50L)	75	88,26	unid/mês	Eldorado	1,80	158,87	135,00		971
Tambores metálicos (200L)	20	88,07	unid/mês	Eldorado / Reciclagem do Rei / Metalúrgica J.A. / Ademir Bergamo Metalúrgica	10,00	880,68	200,00		969
Tambores metálicos (100L)	60	0	unid/mês	Metalúrgica J.A.	5,00		300,00		

<sup>a</sup> Dados gerais coletados.

<sup>b</sup> Fornecido pelo setor de compras.

<sup>c</sup> de janeiro a novembro.

Fonte: Cocamar (2012).

Tabela 6: Destino final dos resíduos gerados na empresa (continuação).

Resíduo	Quantidade total destin <sup>a</sup>	Quantidade total destin. <sup>b</sup>	Unidade	Destino final Atual	Valor unitário pago ou arrecadado	Valor gastots/arrec <sup>b</sup> (R\$)	Valor total arrecadado no mês (R\$)	Balanco geral (R\$)	Quant. Verificada para setor de compras <sup>c</sup>
Pallets (madeira)	150	1.090,20	unid/mês	Cim flex e J. Kutschenko Artefatos48,00	1,50	1.635,30	225,00		11.992
Sacarias de rafia	160	153	kg/mês	Clau & Cia Ltda	0,30	45,90	48,00		1683
Óleo lubrificante usado com querosene	100		L/mês	LWART	0,25		25,00		
Podas de árvores e manutenção de jardins		0	kg/mês	Compostage m-áreas de eucalípto	0,00		0,00		
Borra de soja oleosa	300		m <sup>3</sup> /mês	JRS (de Porecatu)	250/ton	0,00	75.000,00	75.000,00	
Terra clarificante (terra de filtro)	66,00		ton/mês	Queimado na caldeira	0,00	0,00	0,00	0,00	

<sup>a</sup> Dados gerais coletados.

<sup>b</sup> Fornecido pelo setor de compras.

<sup>c</sup> de janeiro a novembro.

Fonte: Cocamar (2012).

Tabela 7: Destino final dos resíduos gerados na empresa (continuação).

Resíduo	Quantidade total destin <sup>a</sup>	Quantidade total destin. <sup>b</sup>	Unidade	Destino final Atual	Valor unitário pago ou arrecadado	Valor gastots/arrec <sup>b</sup> (R\$)	Valor total arrecadado no mês (R\$)	Balanco geral (R\$)	Quant. Verificada para setor de compras <sup>c</sup>
Ácido graxo	25,00		kg/mês	ST B cosméticos	xx			Não informado	
B.E.			kg/mês	STB cosméticos				0,00	
Borra de soja mista (ETE)	260.000,00		kg/mês	agroduto	0,05	0,00	13.000,00	13.000,00	

<sup>a</sup> Dados gerais coletados.

<sup>b</sup> Fornecido pelo setor de compras.

<sup>c</sup> de janeiro a novembro.

Fonte: Cocamar (2012).

**Tabela 8: Resíduos comercializados advindos da Fábrica de Fios.**

<b>Resíduo</b>	<b>Quantidade total destin<sup>a</sup></b>	<b>Unidade</b>	<b>Destino final Atual</b>	<b>Valor unitário pago ou arrecadado</b>	<b>Valor total arrecadado no mês (R\$)</b>	<b>Balço geral (R\$)</b>
Piolho sujo FII	18.529,97	kg/mês	Carda Têxtil Ind., Itamaraty Fios, e Cotton Têxtil	0,19	3.493,25	3.493,25
Resíduo 100% algodão	181,64	kg/mês	Cotton Têxtil	1,20	218,18	218,18
Capas de fardo	374,95	kg/mês	Estolon Resíduos	1,59	596,45	596,45
Pavio Mescla 988/12)	534,55	kg/mês	Itamaraty Fios e Cotton Têxtil	0,65	349,09	349,09
Pavio PA (50/50)	445,55	kg/mês	Itamaraty Fios e Cotton Têxtil	1,55	690,46	690,46
Resíduo de varredura	493,58	kg/mês	Itamaraty Fios	0,11	54,55	54,55
Estopa branca	2.487,98	kg/mês	Estolon Resíduos, Claus & Cia e Coopergraf Artes	1,43	3.568,59	3.568,59
Estopa open end	150,63	kg/mês	Estolon Resíduos e Cotton Têxtil	2,01	303,27	303,27
Estopa mescla	31.783,25	kg/mês	Estolon Resíduos	0,45	14.346,52	14.346,52
Estopa PA	604,95	kg/mês	Estolon Resíduos e Claus & Cia	1,58	954,09	954,09
Strip Pés Preto	187,87	kg/mês	Itamaraty Fios e Cotton Têxtil	0,88	164,73	164,73
Strip Pés Branco	691,563	kg/mês	Itamaraty Fios e Cotton Têxtil	1,99	1.372,87	1.372,87
Retorno PA	111,98	kg/mês	Itamaraty Fios	1,31	146,73	146,73
Resíduo Ret. Mescla	1370,28	kg/mês	Itamaraty Fios	0,67	918,87	918,87
Pó de filtro – só de algodão			Sem destinação			

**Fonte: Cocamar (2012).**

**Tabela 9: Resíduos comercializados advindos da Fábrica de Café.**

<b>Resíduo</b>	<b>Quantidade total destin<sup>a</sup></b>	<b>Unidade</b>	<b>Destino final Atual</b>	<b>Valor unitário pago ou arrecadado</b>	<b>Valor total arrecadado no mês (R\$)</b>	<b>Balanco geral (R\$)</b>
Película do café (resultante da máquina de café)	380,00	kg/mês	Vendida a Cooperados	0,05	19,00	19,00
Palha melada (vendida pelo setor do café)	0,19	ton /mês	Melges e Zanatta Ltda	230,00	43,91	43,91
Palha voadeira (vendida pelo setor do café)	4,06	ton	Vendida a Cooperados	50,00	203,18	203,18
Terrão			Disposição no solo			
Total					50.273,86	50.273,86

Fonte: Cocamar (2012).

**Tabela 10: Resíduos sem destinação.**

<b>Resíduo</b>	<b>Quantidade total destin</b>	<b>Unidade</b>	<b>Destino final Atual</b>	<b>Valor unitário pago ou arrecadado</b>	<b>Balanco geral (R\$)</b>
Fitas plásticas de arquear	400*	kg/mês	Sem destin/Rec do Rei	0,25	100,00
Pó de filtro (fábrica FIOS)	9000	kg/mês	Sem destinação		
Elemento filtrante (fábrica FIOS)	40	Rolos/mês	Sem destinação		

\* valor estimado

Fonte: Cocamar (2012).

As Tabela 6 e 7 expostas acima apresentam os resíduos da Fábrica de Óleos e da ETE vendidos pela empresa, os valores arrecadados (tanto diários quanto mensais), a quantidade destinada mensalmente e a destinação atual. Nota-se que apenas a borra de soja oleosa e a borra de soja mista têm valor comercial.

Deve-se ainda destacar os resíduos provenientes da Fábrica de Fios. Tais resíduos são comercializados pela empresa e os valores arrecadados (tanto diários quanto mensais), a quantidade destinada mensalmente e a destinação atual estão apresentados na Tabela 8 a seguir na qual destaca-se com alto valor arrecadado com a Estopa Mescla. O único resíduo que não tem comercialização é o pó de filtro. Este é doado à prefeitura e vai para adubação de horta, ou às vezes para complementação de ração animal.

Na Tabela 9, pode-se observar o destino designado para os resíduos provenientes da fábrica de café. Deve-se ressaltar que na fábrica de café são gerados aproximadamente 3.000 kg/mês de película do café em época de safra (de junho a setembro), fora a esta época, são gerados cerca de 200 kg/mês. Já a palha melada é comercializada somente na safra, porém, sua quantidade é computada como anual, ou seja, 2,1 ton/11 meses. No geral, observa-se que os resíduos advindos da Fábrica de Café possuem baixo valor comercial.

Cabe ainda destacar que uma pequena parte dos resíduos não possuem destinação. Esta parte encontra-se exposta na Tabela 10 a qual fornece a informação de que apenas uma porcentagem de fitas plásticas de arquear é encaminhada à Reciclagem do Rei.

**Tabela 11: Valores gastos e arrecadados com resíduos.**

<b>Destinação</b>	<b>Valor total (R\$)</b>	<b>Valor médio por mês (R\$)</b>
Norte Visual serviços ambientais Ltda	24.467,01	2.224,27
Organosuper Mercantil Indl Fert. Org.	74.691,20	6.790,11
Auto Fossa Paraná	14.950,00	1.359,10

Auto Fossa - Resíduos de Construção civil – R\$ 40,00 a viagem.

**Fonte: Cocamar (2012).**

Após uma análise detalhada das Tabelas de número 2 a 5, pôde-se fazer um balanço geral dos gastos e vendas referentes as fábricas pertencentes à unidade de Maringá. Tal balanço encontra-se disposto na o Tabela 11 acima.

### 3.5 - Caracterização das cinzas da caldeira

Mediante observação da quantidade de resíduos gerados e dos gastos mensais com esses resíduos surgiu a dúvida se as cinzas provenientes da caldeira estariam sendo bem exploradas, ou seja, se a empresa não estaria gastando demasiadamente com este resíduo. Desta forma, iniciou-se uma investigação a fim de apontar outras alternativas para tal resíduo. Sendo assim, o primeiro passo para a busca de novas alternativas consistiu em caracterizar tal resíduo, tarefa esta que não foi difícil de cumprir, pois, esse resíduo tem sido destinado a uma plantação de eucalipto em Astorga/PR, logo, a caracterização já acontece para que haja conformidade com as Legislações vigentes.

A caracterização se procedeu mediante ensaios de constituição, de solubilização, de lixiviação, de periculosidade, microbiológico e de micronutrientes. Os resultados destas análises realizadas em laboratório estão dispostos nas Tabelas 12, 13, 14 e 15, respectivamente.

**Tabela 12: Ensaio de constituintes das cinzas.**

<b>Parâmetros</b>	<b>Resultados</b>	<b>Unidade</b>
Boro	3,15	mg/Kg
Cádmio	<0,01	mg/Kg
Cálcio	439.968	mg/Kg
Carbono Orgânico Total	560	mg/Kg
Chumbo	7,50	mg/Kg
Cobalto	4,00	mg/Kg
Cromo Total	46,50	mg/Kg
Enxofre	183,57	mg/Kg
Fósforo Total	480	mg/Kg
Magnésio	18.182	mg/Kg
Matéria Orgânica	970	mg/Kg
Níquel	4,00	mg/Kg
Nitrogênio Total	88,56	mg/Kg
pH	11,85	----
Potássio	3.640	mg/Kg
Resíduo Mineral Total	470.15	mg/Kg
Sílica Total	445	mg/Kg
Sódio	640	mg/Kg
Sólidos Totais Fixos 110°	604.820	mg/Kg
Sólidos Totais Fixos a 550°C	500.510	mg/Kg
Sólidos Totais Voláteis	1.160	mg/Kg

Umidade 110°C	46,30	%
Umidade 65°C	37,80	%
Umidade Total	46,30	%
Arsênio	<10,00	mg/Kg
Carbono Total - ABS	1,98	%
Mercúrio	<10,00	mg/Kg
Selênio	<10,00	mg/Kg

Fonte: Labsam (2012).

Os ensaios apresentados na Tabela 12 foram realizados de acordo com as seguintes metodologias:

- USEPA TEST METHODS - Physical/Chemical
- Methods (Environmental Agency Protection – EPA)
- EMBRAPA, Manual de Métodos de Análises Químicas de Solo, Plantas e Fertilizantes - Brasília - 2ªed. Ver. Atual. 2009.
- IAC - Análise Química para avaliação da fertilidade de solos tropicais, Instituto Agronômico Campinas. São Paulo. 2001.

**Tabela 13: Ensaio de solubilização das cinzas da caldeira.**

Parâmetro	Resultado	VR. NBR 10.004	Limite de detecção
pH solubilizado	8,09	-----	-----
Alumínio	<0,10	0,2	0,001
Bário	1,23	0,7	0,01
Cádmio	0,01	0,005	0,005
Chumbo	0,14	0,01	0,01
Cianeto	<0,02	0,07	0,001
Cloretos	200,68	250,0	1,0
Cobre	0,35	2,0	0,01
Cromo	0,20	0,05	0,01
Fenóis	0,013	0,01	0,001
Ferro	0,035	0,3	0,01
Fluoretos	1,66	1,5	0,1
Manganês	<0,10	0,1	0,1
Nitrato	20,70	10,0	0,1
Prata	0,02	0,05	0,01
Sódio	13,50	200,0	1,0
Sulfato	154,00	250,0	1,0
Surfactantes	<0,20	0,5	0,05
Zinco	0,09	5,0	0,01
Arsênio	<0,01	0,01	0,01
Mercúrio	<0,001	0,001	0,001
Selênio	<0,01	0,01	0,01

Resultados expressos em mg/L - Anexo G - NBR 10.004/04

Fonte: Labsam (2012).

Para os ensaios mostrados na Tabela 13, as concentrações dos parâmetros de bário, cádmio, chumbo, cromo, traços de fenóis, flúoretos e nitrato ultrapassaram limites máximos permitidos ao ANEXO G da NBR 10.004/04, sendo a amostra analisada considerada resíduo Classe IIA – não inerte.

Tabela 14: Ensaio de lixiviação das cinzas da caldeira.

Parâmetro	Resultado	VR. NBR 10.004	Limite de detecção
pH lixiviado	5,18	----	----
Arsênio	<0,10	1,0	0,1
Bário	0,58	70,0	0,01
Cádmio	<0,01	0,5	0,01
Chumbo	0,04	1,0	0,01
Cromo total	0,43	5,0	0,01
Flúoretos	0,82	150,0	0,01
Mercúrio	<0,01	0,1	0,01
Prata	0,04	5,0	0,01
Selênio	<0,05	1,0	0,05

Resultados expressos em mg/L - Anexo F - NBR 10004/04

Fonte: Labsam (2012).

A Tabela 14 a seguir apresenta resultados para lixiviação das cinzas da caldeira que mostram que a amostra não é tóxica.

Tabela 15: Ensaio de Caracterização e Periculosidade das cinzas.

Parâmetro	Resultado	Conclusão
Inflamabilidade	ND	Não produz fogo em condições normais de T(25°C) e P(1 atm),
Obs:		Não produz fogo nem sob fricção, absorção de umidade ou por alterações químicas espontâneas,
Corrosividade	ND	Quando inflamada a amostra não queima vigorosamente.
Reatividade	ND	Corrosivo. Resíduo apresenta pH bruto 11,85.
Obs:		Não reage de forma violenta com a água e nem forma misturas potencialmente explosivas.
		Não possui em sua constituição íons cianetos e sulfetos que ultrapassem as concentrações estabelecidas pela NBR 10.004/2004.

Fonte: Labsam (2012).

D – detectável; ND – não detectável  
Óleos e Graxas: 420,0 mg/Kg

Umidade Total: 46,3%

VR – valor referencial conforme NBR 10.004/04

Os ensaios apresentados na Tabela 15 foram realizados de acordo com as seguintes metodologias:

- Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA) (AWWA)
- ABNT NBR 10.004/2004 -- Classificação de Resíduos Sólidos
- ABNT NBR 10.005/2004 -- Procedimento para obtenção de extrato lixiviado
- ABNT NBR 10.006/2004 -- Procedimento para obtenção de extrato solubilizado
- ABNT NBR 10.007/2004 -- Amostragem de resíduos sólidos

Com base nos ensaios de periculosidade, conclui-se que tal resíduo não é perigoso. A tabela acima apresenta a análise do ensaio de caracterização e periculosidade de uma amostra de cinza da caldeira.

**Tabela 16: Ensaio Microbiológico das cinzas da caldeira.**

<b>Parâmetros</b>	<b>Resultados</b>	<b>Unidade</b>
Contagem de Coliformes Termotolerantes	Ausente	UFC/g
Contagem de Coliformes Totais	Ausente	UFC/g
Ovos Viáveis de Helmintos e Protozoários	Ausente	Ovo/g de ST
Salmonella Sp	Ausente	/25g

**Fonte: Labsam (2012).**

**Metodologia utilizada:**

- Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA) (AWWA).
- USEPA TEST METHODS - Physical/Chemical Methods (Environmental Agency Protection - EPA)
- CETESB - NORMA L5.550. Contagem de Ovos de Helmintos e protozoários patogênicos Contagem de ovos e cistos em amostras ambientais. Out/1989.
- UFC - Unidade Formadora de Colônia
- ST - Sólidos Totais

A Tabela 16 acima mostra o ensaio microbiológico das cinzas da caldeira. Nela verificamos a ausência de Coliformes, Ovos de Helmintos, Protozoários e Salmonella SP.

**Tabela 17: Ensaio de micronutrientes das cinzas.**

<b>Parâmetros</b>	<b>Resultados</b>	<b>Unidade</b>
Cobre Total	23,00	mg/Kg
Ferro	350,00	mg/Kg
Molibdênio	<5,00	mg/Kg
Zinco	57,50	mg/Kg

---

**RELAÇÕES**

<b>Parâmetros</b>	<b>Resultados</b>	<b>Unidade</b>
Carbono/Nitrogênio	6,323	mg/Kg
CTC/Carbono Orgânico	2,678	mg/Kg

**Fonte: Labsam (2012).**

A Tabela 17 acima mostra o ensaio de micronutrientes das cinzas da caldeira.

Os ensaios apresentados na Tabela 17 foram realizados de acordo com as seguintes metodologias:

- USEPA TEST METHODS - Physical/Chemical
- Methods (Environmental Agency Protection – EPA)
- EMBRAPA, Manual de Métodos de Análises Químicas de Solo, Plantas e Fertilizantes - Brasília - 2ªed. Ver. Atual. 2009.
- IAC - Análise Química para avaliação da fertilidade de solos tropicais, Instituto Agronômico Campinas. São Paulo. 2001.

## 4 ANÁLISE DE RESULTADOS

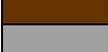
### 4.1 - Manejo dos Resíduos Sólidos

Um manejo adequado de resíduos sólidos envolve sua segregação e o acondicionamento.

#### 4.1.1 – Segregação

A segregação tem por finalidade separar os resíduos a fim de evitar contaminação de outros materiais, facilitar o transporte para destino final. A Resolução 275 do CONAMA estabelece um código de cores a fim de identificar os resíduos, conforme mostra o quadro 1 a seguir.

**Quadro 1: Padrão de Cores.**

<b>Padrão de Cores</b>		
	Azul	Papel/papelão
	Vermelho	plástico
	Verde	Vidro
	Amarelo	Metal
	Preto	madeira
	Laranja	Resíduos perigosos
	Branco	Resíduos ambulatoriais e de serviços de saúde
	Roxo	Resíduos radioativos
	Marrom	Resíduos orgânicos
	Cinza	Resíduos geral não reciclável ou misturado, ou contaminado não passível de separação

**Fonte: Resolução CONAMA no. De 25 de abril de 2001.**

Cada setor contém tambores e/ou containers, com etiquetas identificadoras na cor sugerida pelo Quadro 1. Os tambores servem para acondicionar os resíduos gerados diariamente até sua coleta.

Todos os setores da empresa possuem cestos de lixo devidamente identificados. Os escritórios administrativos são dotados de cestos de lixo diferenciados, para separação de resíduos gerais não recicláveis, material orgânico e pilhas e baterias.

Os frascos de maionese, *catchup* e mostarda, as embalagens tetra pak de sucos (néctar e bebida à base de soja (BBS)), os pacotes de café e de cappuccino, próximos do vencimento ou

mal formulados, são dispostos em sacos de plástico, para posterior descarregamento em caminhões, que os enviam para reciclagem. Estas embalagens são amassadas de forma a diminuir e aproveitar espaço.

#### 4.1.2 – Acondicionamento

Os recipientes para acondicionamento dos resíduos são de material compatível com os resíduos gerados, com capacidade para conter os resíduos no seu interior sem causar vazamentos ou transbordo, apresentam resistência física, durabilidade e compatibilidade com o equipamento de transporte, em termos de forma, volume e peso.

Baseado em um dos objetivos do trabalho, que é a revisão do PGRS da empresa, visando à melhoria deste, propõe-se a construção de uma central de resíduos. Nesta central, primeiramente ocorreria o recebimento de todos os resíduos gerados dentro da Cocamar. No descarregamento dos caminhões de resíduos, os materiais já seriam separados em: resíduos recicláveis, orgânicos e perigosos, tendo um espaço definido para cada tipo de resíduo. A figura a seguir apresenta uma sugestão para o layout da central. Esta se localizaria próxima ao pátio de caminhões de descarregamento de soja da Cocamar, um local afastado das fábricas e do movimento da empresa.



**Figura 10: Layout da Central de Resíduos. Fonte: Autor.**

## **4.2 - Destino Final dos Resíduos Sólidos**

Através da observação dos dados do desenvolvimento, procurou-se alternativas para melhoria do PGRS da empresa em estudo. Algumas mudanças puderam ser sugeridas, conforme seguem abaixo:

### **4.2.1 - Busca de novos compradores de resíduos**

Buscou-se alternativas para obtenção de maiores lucros à empresa, através da venda de resíduos recicláveis e da amenização do gasto com a destinação final de resíduos perigosos, cinzas de caldeira e lodo da ETE.

Dentre as empresas consultadas estão: Recicláveis Cidade Verde Ltda, Reciclagem Mauá Ltda, Plaspet Reciclagens Maringá Ltda, Recingá Reciclagem de Plásticos Ltda, Locatelli e Mendes Ltda, RPM Reciclagem de Plásticos Maringá Ltda, Transremar Coleta e Remoção de Resíduos Ltda, Centro de Tecnologia e Tratamento de Resíduos Ltda.

Após entrar em contato com estas empresas, chegou-se à conclusão de que não há possibilidade de melhoria neste aspecto, pois a empresa que trabalha no gerenciamento de resíduos da Cocamar já buscou dentre todas as empresas da região que trabalham com a reciclagem e a destinação final de resíduos, as que geram maior rentabilidade.

### **4.2.2 - Disposição final das cinzas de caldeira e do lodo da ETE**

Através das caracterizações das cinzas de caldeira e do lodo da ETE, buscou-se uma melhor destinação destes, visto que eles requerem altos custos à empresa (principalmente as cinzas – R\$ 39.200,00).

Pesquisou-se então a viabilidade de enviá-los a usinas de compostagem da região. Estudou-se o envio destes resíduos para duas usinas de compostagem do Paraná, porém descobriu-se a inviabilidade para com estas. Uma usina localizada em Londrina, recebe apenas resíduos domiciliares. Outra localizada em Cianorte recebe cinzas de caldeira, porém em pequena quantidade. Como a empresa em estudo descarta 1.400 toneladas de cinzas de caldeira por mês, seu envio a Cianorte não é possível.

### 4.2.3 - Criação de uma Central de Resíduos

A empresa terceirizada na Gestão Ambiental e no Gerenciamento de Resíduos da Cocamar já colocou em fase de implantação a volta do DMR (Depósito de Materiais Reutilizáveis). O DMR será o local de armazenagem de resíduos perigosos e recicláveis da Cocamar. O planejamento é que ele seja retomado em outubro, porém devido a questões burocráticas, como a necessidade da contratação de novos funcionários para o setor, isto dificilmente irá ocorrer. O DMR já existia a aproximadamente 4 meses atrás, porém foi desativado.

Os resíduos orgânicos da Cocamar não possuem a mesma destinação. Por exemplo, os gerados na Administração Central vão para um aterro sanitário, os gerados no Restaurante Haddock se destinam a alimentação de porcos. É visando à melhoria da gestão ambiental, que se propõe a armazenagem de todos os resíduos orgânicos da empresa no DMR. Para isto seria necessário a construção de uma área maior. Fotos da antiga DMR estão apresentadas abaixo (figuras 13 a 17).



**Figura 11: Trator utilizado para movimentação interna de resíduos. Fonte: Cocamar (2012).**



**Figura 12: Sacolas para armazenar resíduos. Fonte: Cocamar (2012).**



**Figura 13: Identificação de resíduos. Fonte: Cocamar (2012).**



**Figura 14: Máquina de prensagem de resíduos. Fonte: Cocamar (2012).**



**Figura 15: Resíduos prontos para transporte. Fonte: Cocamar (2012).**

## **5 CONCLUSÕES**

O trabalho foi de grande importância para a formação acadêmica, pois, possibilitou o contato direto com uma empresa que possui um bom Sistema de Gestão Ambiental.

Ao analisar o PGRS desta empresa, foi possível confrontar conhecimento teórico com a prática empresarial, levando a conclusão de que a empresa faz um bom trabalho.

Apesar de um plano consolidado, pode-se pensar em outras alternativas, ampliando as relações acadêmico-sociais, favorecendo oportunidades de contato com diversas empresas especializadas em destino final de resíduos. Tal atitude desenvolve a visão sistêmica fundamental para um gestor do meio ambiente, que ao pensar em novas alternativas para os resíduos, estará trabalhando com gestão estratégica.

### **5.1 Dificuldades e limitações do trabalho**

Para realização do presente trabalho foi necessário conhecer bem o funcionamento do PGRS da empresa. Para tanto foi necessário realizar consultas e entrevistas com responsáveis da área na empresa. A não disponibilidade e a dificuldade de haver tempos disponíveis para tanto dificultaram a realização do trabalho.

A não liberação para obtenção de imagens de alguns setores da empresa, por questões de sigilo também pode ser considerado um fator limitante do trabalho.

### **5.2 Propostas para trabalhos futuros**

O presente trabalho levou ao início de pesquisas para uso alternativo das cinzas da caldeira. Trabalhos referentes a possibilidades de uso na adsorção e na construção civil. Tais pesquisas necessitam de tempo, mas acredita-se que futuramente, a empresa poderá obter lucros com este resíduo ao invés de gastos.

A volta do DMR (depósito de materiais reutilizáveis) praticamente está para ser implantada, porém receberá apenas resíduos recicláveis e perigosos. Como proposto anteriormente (item 4.1.2), o DMR poderia receber também resíduos orgânicos. A idéia é a de dar a mesma

destinação para todos os resíduos orgânicos da empresa, que seria para a alimentação suína. Caso haja impossibilidade em destinar todo resíduo orgânico à alimentação suína, poderia estudar-se o envio destes resíduos a uma usina de compostagem. A destinação de resíduos para aterros sanitários traz algumas desvantagens, como (RODRIGUES, 2008):

- não tratam os resíduos, consistindo numa forma de armazenamento no solo;
- a operação sofre ação das condições climáticas;
- requerem áreas cada vez maiores;
- apresentam risco de contaminação do solo e da água subterrânea.

## 6 REFERÊNCIAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10.004 – Resíduos Sólidos**, Rio de Janeiro, 1987.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Série ISO 14.000**, Rio de Janeiro, 1996.

ADAMS, K.T.; PHILLIPS, P.S.; MORRIS, J.R. **A radical new development for sustainable waste management in the UK: the introduction of local authority Best Value legislation. Resources, Conservation and Recycling**. Vol. 30. p. 221-244, 2000. Disponível em: <<http://usuarios.upf.br/~engeamb/>>. Acesso dia 02 de outubro de 2012.

ANDREOLI, Cleverson Vitório. **Resíduos Sólidos do Saneamento: Processamento, Reciclagem e Disposição Final**. RiMa Artes e Textos. São Carlos/SP, 2001. 282 p.

BARBIERI, J. C. **Gestão Ambiental Empresarial**. Editora Saraiva. São Paulo, 2007.

BARONI, Margaret. **Ambiguidades e Deficiências do Conceito de Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em <[http://rae.fgv.br/sites/rae.fgv.br/files/artigos/10.1590\\_S0034-75901992000200003.pdf](http://rae.fgv.br/sites/rae.fgv.br/files/artigos/10.1590_S0034-75901992000200003.pdf)>. Acesso em 31 de julho de 2012.

BRASIL (a) **GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS. Sugestões para elaboração do PMGIRS**. Fascículo 4. Ministério do Meio Ambiente, 2011. Disponível em <<http://www.bb.com.br/docs/pub/inst/dwn/4SugestoesPMGIRS.pdf>>. Acesso em 23 de maio de 2012.

BRASIL (b) **MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Política Nacional de Resíduos Sólidos – versão preliminar para consulta**, julho de 2011. Disponível em <[http://www.cnrh.gov.br/pnrs/documentos/consulthttp://www.cnrh.gov.br/pnrs/documentos/consulta/versao\\_Preliminar\\_PNRS\\_WM.pdf](http://www.cnrh.gov.br/pnrs/documentos/consulthttp://www.cnrh.gov.br/pnrs/documentos/consulta/versao_Preliminar_PNRS_WM.pdf)>. Acesso em 23 de maio de 2012.

BRILHANTE, Ogenis Magno; CAVALCANTI, Yara Teixeira. **Diagnóstico do SGA e da Adesão à Certificação Ambiental com base na ISO 14001, das principais indústrias potencialmente poluidoras da baía da Guanabara (Rio de Janeiro, RJ)**.

CASTRO, Leonardo Borges. **Estudo de Mudança de Concepção da Estação de Tratamento de Esgotos de Ituiutaba (MG)**. 2012. Disponível em <[http://www.semasa.sp.gov.br/Documentos/ASSEMAE/Trab\\_89.pdf](http://www.semasa.sp.gov.br/Documentos/ASSEMAE/Trab_89.pdf)>. Acesso em 09 de outubro de 2012.

CECCHET, Juliana. **Avaliação do Desempenho de Flotação por Ar Dissolvido no Tratamento de Efluente de Refinaria de Óleo de Soja**. Publicado em 2007. Disponível em <[http://tede.unioeste.br/tede/tde\\_arquivos/1/TDE-2007-12-17T131902Z-163/Publico/Juliana%20Cecchet.pdf](http://tede.unioeste.br/tede/tde_arquivos/1/TDE-2007-12-17T131902Z-163/Publico/Juliana%20Cecchet.pdf)>. Acesso em 09 de outubro de 2012.

COCAMAR (a). **Estação de Tratamento de Efluentes – Manual de Treinamento 2012**.

COCAMAR (b). **Jornal informativo da Cocamar**. Ano 2012.

COSENTINO, Rodolfo. **Sistemas de Limpeza WIP (Washing in Place) e CIP (Clean-in-place) Instalações Sanitárias para fabricação de líquidos e semi-sólidos – Primeira parte.** Disponível em <[https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:3LUPXOK0u7oJ:www.giltec.net/functions/download.php%3Ffile%3Dsistemas de wip - cip segunda parte.pdf+&hl=pt-BR&gl=br&pid=bl&srcid=ADGEEShyMuYW\\_QZ11LwNFZwSQL3dSJqaYjLjh-YIVMyzag-KtZc0HZpFL1ePwpSDMCOmM2gCBAMuUv9\\_PAuITymvwJWlmd8API5SNtS8D51pcLAZ8SQC77FIH\\_sNmV7rnDFo4lMqc1n&sig=AHIEtbSQ7\\_jMwnuK9SzT5zE-6akQ23w\\_NQ](https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:3LUPXOK0u7oJ:www.giltec.net/functions/download.php%3Ffile%3Dsistemas%20de%20wip%20-%20cip%20segunda%20parte.pdf+%&hl=pt-BR&gl=br&pid=bl&srcid=ADGEEShyMuYW_QZ11LwNFZwSQL3dSJqaYjLjh-YIVMyzag-KtZc0HZpFL1ePwpSDMCOmM2gCBAMuUv9_PAuITymvwJWlmd8API5SNtS8D51pcLAZ8SQC77FIH_sNmV7rnDFo4lMqc1n&sig=AHIEtbSQ7_jMwnuK9SzT5zE-6akQ23w_NQ)>. Acesso em 5 de setembro de 2012.

CURI, D. **Gestão Ambiental.** Pearson Education do Brasil. São Paulo, 2012. 9 p.

DIAS, Reinaldo. **Gestão Ambiental – Responsabilidade Social e Sustentabilidade.** Editora Atlas, 2006. 196 p.

FERREIRA, João Alberto. Resíduos Sólidos Perspectivas Atuais. In SISINNO, Cristiana Lucia Silveira; OLIVEIRA, Rosália Maria de (Org). **Resíduos Sólidos, ambiente e saúde: uma visão multidisciplinar.** Rio de Janeiro. Fiocruz, 2002. p. 19-41.

FREIRE, Renato Sanches. **Novas Tendências para o Tratamento de Resíduos Industriais contendo Espécies Organocloradas.** Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v23n4/2650.pdf>>. Acesso em 09 de outubro de 2012.

GIORDANO, Eng. Gandhi. **Tratamento e Controle de Efluentes Industriais.** Disponível em <[http://www.cepuerj.uerj.br/insc\\_online/itaguaui\\_2011/edital/superior/biologo/Apostila%20-%20Tratamento%20de%20efluentes%20industriais.pdf](http://www.cepuerj.uerj.br/insc_online/itaguaui_2011/edital/superior/biologo/Apostila%20-%20Tratamento%20de%20efluentes%20industriais.pdf)>. Acesso em 29 de maio de 2012.

JARDIM, Nilza Silva et. A. **Lixo Municipal de Gerenciamento Integrado.** São Paulo: IPT, 2000. Cap. 1, p.3-25.

LIMA, Rafael Guimarães Corrêa; FERREIRA, Osmar Mendes. **Resíduos Industriais - Métodos de Tratamento e Análise de Custos.** Disponível em <[http://www.saiteria.com.br/CMS/Uploads/Residuos industriais custos m%3%A9todos.pdf](http://www.saiteria.com.br/CMS/Uploads/Residuos_industriais_custos_m%3%A9todos.pdf)>. Acesso em 25 de maio de 2012.

LORA, Electo Eduardo Silva. **Prevenção e controle da poluição nos setores energéticos, industriais e de transporte.** 2 ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2002.

MATOS, Olivia Souza de. **Avaliação do Desempenho e Caracterização de Parâmetros em Lagoa Aerada seguida de Lagoa de Sedimentação.** Publicado em 2005. Disponível em <[http://www.coc.ufrj.br/index.php?option=com\\_content&task=view&id=3256&Itemid=178](http://www.coc.ufrj.br/index.php?option=com_content&task=view&id=3256&Itemid=178)>. Acesso em 09 de outubro de 2012.

MISSIAGGIA, Rita Rutigliano. **Gestão de Resíduos Sólidos Industriais - Caso Springer Carrier.** Disponível em <[http://www.portalga.ea.ufrgs.br/acervo/grs\\_dis\\_05.pdf](http://www.portalga.ea.ufrgs.br/acervo/grs_dis_05.pdf)>. Acesso em 7 de março de 2012.

MUCELIN, Carlos Alberto. **Resíduos Sólidos Urbanos - Pesquisa Participante em uma Comunidade Agroindustrial**. Editora Gráfica Valério, 2004. 135 p.

NASCIMENTO, Teresa Cristina F. do. **Gerenciamento de resíduos sólidos industriais**. Disponível em <[http://www.revistaanalityca.com.br/ed\\_anteriores/27/art02.pdf](http://www.revistaanalityca.com.br/ed_anteriores/27/art02.pdf)>. Acesso em 31 de julho de 2012.

OLIVATTO, Lucas Matheus. **Análise da eficiência de Estação de Tratamento de Efluentes em indústria de extração de óleo de soja e proposições de novas metodologias de análises e tratamentos**. Disponível em: <[www.sorocaba.ufscar.br/ufscar/mce/arquivo/.../tcc\\_lucasmolivatto.pd..](http://www.sorocaba.ufscar.br/ufscar/mce/arquivo/.../tcc_lucasmolivatto.pd..)>. Acesso em 7 de março de 2012.

OLIVEIRA, Gilson Batista de. **Uma discussão sobre o conceito de desenvolvimento**. Disponível em <[http://www.fae.edu/publicacoes/pdf/revista\\_da\\_fae/fae\\_v5\\_n2/uma\\_discussao\\_sobre.pdf](http://www.fae.edu/publicacoes/pdf/revista_da_fae/fae_v5_n2/uma_discussao_sobre.pdf)>. Acesso em 31 de julho de 2012.

PELEGRINO, João Carlos Rodrigues Filho. **Estudo Para a Elaboração de um PGRS em uma Empresa do Ramo Alimentício**. Disponível em <<http://moodlep.uem.br/course/view.php?id=132>>. Acesso em 7 de março de 2012.

PINTO, F. A. R., **Resíduos Sólidos Industriais: Caracterização e Gestão**. O Caso Do Estado Do Ceará – Dissertação. 2004.

SANEPAR; PROSAB. **Uso e Manejo do Lodo de Esgoto na Agricultura**. Disponível em <[http://www.finep.gov.br/prosab/livros/uso\\_manejo\\_lodo\\_agricultura.pdf](http://www.finep.gov.br/prosab/livros/uso_manejo_lodo_agricultura.pdf)>. Acesso em 6 de agosto de 2012.

SARAIVA, Inês de Jesus. **Gestão Ambiental – Instalações e Serviços Industriais**. Disponível em <[http://www.eq.uc.pt/~ines/ijsjpc\\_ga.pdf](http://www.eq.uc.pt/~ines/ijsjpc_ga.pdf)>. Acesso em 31 de julho de 2012.

SCHALCH, V. **Estratégias para a gestão e o gerenciamento de resíduos sólidos**. São Carlos – SP, 2002. Tese. Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo.

SILVA JÚNIOR, Wanderley Ferreira da. **Avaliação da gestão ambiental de uma Refinaria de Petróleo para as perdas de catalisador de craqueamento**. Salvador (Bahia), 2010. Disponível em <<http://www.sat.ufba.br/site/db/dissertacoes/1272010185144.pdf>><http://www.sat.ufba.br/site/db/dissertacoes/1272010185144.pdf>>. Acesso em 25 de maio de 2012.

TCHOBANOGLIOUS, G.; THEISEN, H.; ELIASSEN, R. **Solid Wastes – Engineering Principles and Management Issues**. Mc Graw-Hill Kogakusha Ltda, 1977.

TINOCO, João Eduardo Prudêncio; Kraemer, Maria Elisabeth Pereira. **Contabilidade e Gestão Ambiental**. Editora Atlas. São Paulo, 2004. 304 p.

TOCHETTO, M. R. L. **Gerenciamento de Resíduos Sólidos Industriais**. Disponível em <<http://marta.tocchetto.com/site/?q=system/files/Gest%C3%A3o+Ambiental+-+Parte+1.pdf>>. Acesso em 19 de julho de 2012.

**Universidade Estadual de Maringá**  
**Departamento de Engenharia de Produção**  
**Av. Colombo 5790, Maringá-PR CEP 87020-900**  
**Tel: (044) 3011-4196/3011-5833 Fax: (044) 3011-4196**