

## **PROPOSTA PARA CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAIS NO MUNICÍPIO DE MARINGÁ/PR**

**Victor Bortolo Sanchez**  
**Generoso De Angelis Neto**  
**Mirian Yoshie Kamikawa**  
**André Luiz Garbim Verones**  
**Bruno Luiz Domingos De Angelis**  
Universidade Estadual de Maringá

### **RESUMO**

A presente pesquisa tem por objetivo apresentar um modelo de inventário para o levantamento quali-quantitativo dos resíduos sólidos industriais no município de Maringá/PR. A partir de uma revisão bibliográfica, foi possível apresentar as principais definições e classificações dos resíduos originados de atividades industriais e os conceitos básicos para o gerenciamento dos mesmos, que inclui as diferentes etapas a serem percorridas, desde a sua geração até a destinação final, visando o não comprometimento do ambiente e das pessoas envolvidas no processo.

### **1. INTRODUÇÃO**

As questões relativas a resíduos sólidos industriais têm estado em evidência no contexto ambiental do país, pois tornou-se um problema crescente devido ao acelerado processo de industrialização, o qual vêm resultando na conscientização do poder público e da população de um modo geral, com possíveis impactos ambientais resultantes do descarte final dos resíduos e das agressões a ecossistemas.

A visão da gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos surge só a partir do final da década de 80, quando os resíduos tornaram-se graves problemas urbanos devido ao grande volume e massa acumulados destes e aos graves problemas de saneamento público e contaminação ambiental.

A partir de 1992, quando aconteceu no Brasil um encontro mundial, a ECO92, foi que surgiu um documento assinado pela grande maioria dos países reunidos, denominado agenda 21, que criou uma visão inovativa e integrada para o gerenciamento dos resíduos, onde passa-se a dar a cada tipo de resíduo um tratamento mais adequado (TEIXEIRA, 2000).

A partir desta visão integrada de minimização de resíduos, buscando uma gestão que consolide o fator produção econômica com a questão de proteção ambiental (desenvolvimento sustentável), há uma evolução das técnicas de manejo, transportes, tratamento e disposição final que já estão disponíveis; no entanto, o custo ainda é significativo para as empresas dispostas a criarem um plano de gerenciamento para seus resíduos.

Devido a este alto custo, torna-se essencial para a empresa um estudo eficaz sobre a qualidade e quantidade de seus resíduos para que se estabeleça planos de gerenciamento que incluam, além de todas as etapas de manejo (acondicionamento, transporte e destinação final), políticas de treinamento, segurança, minimização de resíduos, combate ao desperdício, incentivo a reciclagem, busca de parcerias para a comercialização dos resíduos, entre outras, a fim de reduzir os resíduos e as emis-

sões, em termos de quantidade e toxicidade/periculosidade, resultando em uma solução de tratamento e disposição final mais acessível ao empresário.

## 2. DEFINIÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAIS

Segundo ROCCA et al (1993) resíduos sólidos industriais são:

“Os resíduos em estado sólido e semi-sólido que resultam da atividade industrial, incluindo-se os lodos provenientes das instalações de tratamento de águas residuárias, aqueles gerados em equipamento de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos d'água, ou exijam, para isto, soluções economicamente inviáveis, em face da melhor tecnologia disponível”.

Seguindo raciocínio semelhante, GERBER (1999) conceitua da seguinte forma:

“O resíduo industrial é aquele originado das atividades de diversos ramos da indústria (metalúrgica, química, petroquímica, papelaria, alimentícia). O resíduo industrial é bastante variado, podendo ser representado por cinzas, óleo, resíduos alcalinos ou ácidos, plásticos, papel, madeira, fibras, borracha, metal, escórias, vidros e cerâmica. Nesta categoria, inclui-se a grande maioria do resíduo considerado tóxico”.

A partir destas conceituações, podemos definir resíduos sólidos industriais, de forma concisa, como sendo todos os resíduos gerados de atividades industriais no processo de manufatura de uma determinada matéria-prima, com grande heterogeneidade na composição destes tornando-se necessário classificá-los.

### 2.1. Classificação dos Resíduos Sólidos Industriais

Os resíduos sólidos industriais podem ser classificados por sua natureza física em secos ou molhados; por sua composição química: matéria orgânica (ex.: papel, madeira) ou matéria inorgânica (ex.: metais, vidros), no qual a classificação mais importante dos resíduos industriais é em relação aos riscos potenciais ao meio ambiente e a saúde pública.

Em função da heterogeneidade dos resíduos sólidos industriais, a ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas – editou um conjunto de normas para a padronização nacional e classificação de resíduos, sendo elas:

- NBR 10004/87 – Resíduos Sólidos – Classificação
- NBR 10005/87 – Lixiviação de Resíduos – Procedimento
- NBR 10006/87 – Solubilização de Resíduos – Procedimento
- NBR 10007/87 – Amostragem de Resíduos – Procedimento

A NBR 10004 “Resíduos Sólidos – Classificação” baseia-se, para classificar os resíduos, em listagens de resíduos reconhecidamente perigosos e listagens de padrões de concentração de poluentes (Tabela I). A partir destas listagens, classifica-se os resíduos, quanto aos riscos potenciais ao meio ambiente e a saúde pública, em três categorias: Resíduos Classe I (perigosos), Resíduos Classe II (não inertes) e Resíduos Classe III (inertes).

**Tabela I – Relação das Listagens de Classificação dos Resíduos**

Listagem 1	Resíduos perigosos de fontes não específicas
Listagem 2	Resíduos perigosos de fontes específicas
Listagem 3	Constituintes perigosos – base para a relação dos resíduos e produtos das listagens 1 e 2
Listagem 4	Substância que conferem periculosidade aos resíduos
Listagem 5	Substâncias agudamente tóxicas
Listagem 6	Substâncias tóxicas
Listagem 7	Concentração – Limite máximo no extrato obtido no teste por lixiviação
Listagem 8	Padrões para o teste de solubilização
Listagem 9	Concentrações máximas de poluentes na massa bruta de resíduos utilizadas pelo Ministério do Meio Ambiente da França para classificação de resíduos
Listagem 10	Concentração mínima de solventes para caracterizar o resíduo como perigoso

Fonte: NBR 10004/87

### 2.1.1. Resíduos Classe I – Perigosos

São classificados como resíduos Classe I ou perigosos os resíduos sólidos ou mistura de resíduos que, em função de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade, podem apresentar algum risco a saúde pública, provocando ou contribuindo para um aumento de mortalidade ou incidência de doenças e/ou apresentar efeitos adversos ao meio ambiente, quando manuseados ou dispostos de forma inadequada (CONAMA, Resolução nº 313, de 29 de outubro de 2002).

Para identificar se determinado resíduo pertence a esta classe, este deve se enquadrar em alguma das listagens 1, 2, 5 ou 7 da NBR – 10004/87.

### 2.1.1. Resíduos Classe II – Não Inertes

Pertencem a classe dos resíduos não inertes de Classe II, os resíduos sólidos ou mistura de resíduos que não se enquadram nas especificações definida para as Classes I (perigosos) ou Classe III (inertes). Apesar de não se enquadrarem na categoria de resíduos perigosos, os resíduos Classe II podem apresentar características como combustibilidade, bio degradabilidade e solubilidade em água.

### 2.1.1. Resíduos Classe III - Inertes

São classificados como Classe III ou resíduos inertes os resíduos sólidos ou mistura de resíduos sólidos que, submetidos ao teste de solubilização especificado na NBR 10006/87 – “Solubilização de resíduos – procedimento” e que não tenham como resultado nenhum de seus constituintes solubilizados em concentrações superiores aos padrões definidos na listagem 8 da NBR 10004/87.

Os resíduos que não foram caracterizados nas listagens da NBR 10004/87, estes deverão ser avaliados quanto a presença em sua composição de substâncias da listagem 4. Nesta listagem, as substâncias presentes são aquelas que são tóxicas, cancerígenas, mutagênicas ou teratogênicas aos seres vivos e ao homem, mas a simples presença de uma dessas substâncias no resíduo não implica, necessariamente, uma classificação como perigosa. Para avaliar quanto à periculosidade real avaliada através de exames e testes de laboratório, toma-se como parâmetro as seguintes características: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade.

### 3. GERENCIAMENTO E MINIMIZAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAIS

A minimização da geração de resíduos se constitui numa estratégia importante no gerenciamento de resíduos e se baseia na adoção de técnicas que possibilitem a redução do volume e/ou toxicidade dos resíduos e, conseqüentemente, de sua carga poluidora (ROCCA et al, 1993).

O processo de minimização e gerenciamento de resíduos sólidos industriais aparece hoje, no contexto industrial do país, como uma maneira vantajosa de minimização de custos no processo de manufatura de um determinado produto, que basicamente pode ocorrer de duas maneiras:

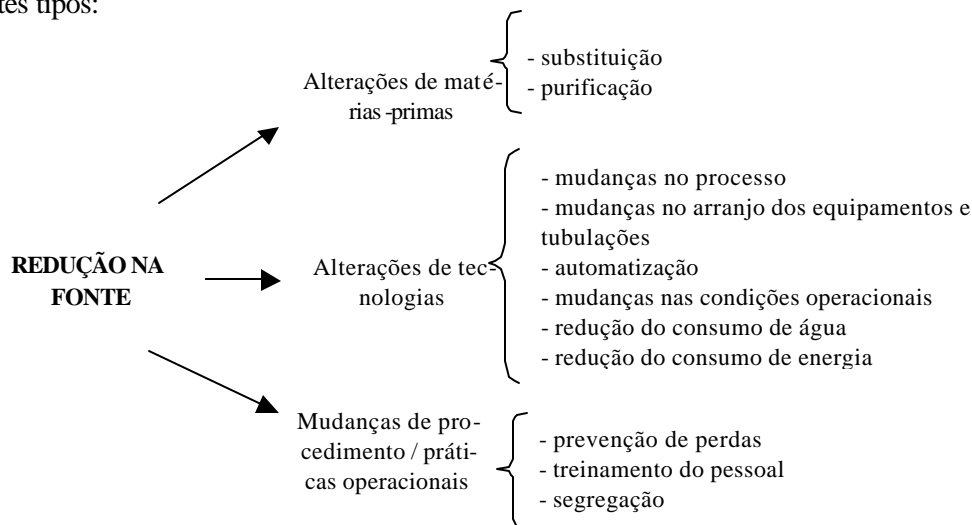
- Redução nos custos de aquisição inicial (compra) da matéria-prima, já que a gestão de resíduos aplicada em processos industriais possibilita a identificação de pontos localizados de geração exagerada de resíduos, oferecendo opções para minimizar estas perdas de material, como por exemplo o treinamento do pessoal e segregação das tarefas, o que possibilitaria uma menor quantidade de matéria-prima a ser usada.
- Comercialização de produtos obtidos no tratamento e/ou separação dos resíduos gerados, na qual as alterações das características qualitativas e quantitativas obtidas pelo processo de gerenciamento dos resíduos possibilitariam tal ação.

Para o gerenciamento e minimização de resíduos sólidos industriais, existem basicamente dois aspectos a serem analisados (BIDONE & POVINELLI, 1999):

- Redução dos resíduos na fonte geradora
- Reciclagem de resíduos

#### 3.1. Redução de resíduos na fonte geradora

Segundo ROCCA et al (1993), a redução na fonte consiste na redução ou eliminação da geração de um resíduo de processo através de modificações dentro do processo, que se dividiu nos seguintes tipos:



Sobre as alterações da matéria-prima, este procedimento varia de acordo com o tipo de processamento ao qual a matéria-prima é envolvida, sendo que materiais auxiliares que não são convertidos em produtos podem ser substituídos por materiais menos tóxicos e mais seguros (ROCCA et al, 1993).

Em relação às alterações de tecnologia é importante lembrar que este é um procedimento a ser adotado a longo prazo, pois requer pesquisas satisfatórias sobre o sistema industrial a ser modificado, já que o custo em novas tecnologias, em geral, costuma ser alto.

### **3.2. Reciclagem**

A reciclagem é o processo através do qual os resíduos retornam ao sistema produtivo como matéria-prima. Pode ser considerada como uma forma de tratamento de parte dos resíduos sólidos gerados. Este retorno ao processo produtivo pode ser de forma artesanal ou industrial (TEIXEIRA & BIDONE, 1999).

Sobre os resíduos industriais, a reciclagem depende dos seguintes fatores:

- A proximidade das instalações de processamento;
- Custos de transporte dos resíduos;
- Volume de resíduos disponíveis para o processamento;
- Custos de estocagem.

De acordo com BIDONE & POVINELLI (1999) a recuperação de um resíduo está intrinsecamente associada ao preço de mercado, e será justificada se resultar em um produto mais barato ou se for mais econômico recuperar que transportar e tratar, ou dispor adequadamente.

## **4. ACONDICIONAMENTO, COLETA E TRANSPORTE**

O manejo dos resíduos gerados até o seu destino final é um processo complexo, que envolve, geralmente, a coleta durante o processo produtivo, o acondicionamento, o transporte e armazenamento dentro da indústria, e a coleta e transporte para o local de tratamento ou disposição final.

A fase interna é, sem dúvida, de responsabilidade exclusiva do industrial, enquanto que a fase externa é, muitas vezes, de responsabilidade de contratados. Nesses casos, a legislação vigente torna o industrial co-responsável por qualquer acidente de contaminação que porventura venha a ocorrer. Isso implica que os resíduos devem ser adequadamente gerenciados pelo industrial em todas as fases (transporte, tratamento ou disposição), ou seja, empresas transportadoras cadastradas e locais de armazenamento, tratamento ou disposição final aprovados ou licenciados pelo órgão de controle ambiental (ROCCA et al, 1993).

### **4.1. Segregação**

Segundo ROCCA et al (1993) a segregação dos resíduos dentro da indústria e nos locais de trata-

mento ou disposição é de suma importância para o gerenciamento de resíduos sólidos e tem como objetivos básicos:

- Evitar a mistura de resíduos incompatíveis;
- Contribuir para o aumento da “qualidade” dos resíduos que possam ser recuperados ou reciclados;
- Diminuir o volume de resíduos perigosos ou especiais a serem tratados ou dispostos.

A separação dos resíduos tem por objetivo evitar a mistura de resíduos incompatíveis entre si, que pode ocasionar reações indesejáveis ou incontroláveis que resultem em conseqüências adversas.

Apresenta-se a compatibilidade/incompatibilidade dos resíduos na figura 1.

1	Ácidos Minerais Oxidantes	Ácidos Minerais Oxidantes	Bases Cáusticas	Hidrocarbonetos Aromáticos	Orgânicos Halogenados	Metais	Metais Tóxicos	Hidrocarbonetos Alifáticos Saturados	Fenóis e Cresóis	Agentes Oxidantes Fortes	Agentes Redutores Fortes	Água e Soluções Aquosas	Substâncias que reagem com água
2	Bases Cáusticas												
3	Hidrocarbonetos Aromáticos												
4	Orgânicos Halogenados												
5	Metais												
6	Metais Tóxicos												
7	Hidrocarbonetos Alifáticos Saturados												
8	Fenóis e Cresóis												
9	Agentes Oxidantes Fortes												
10	Agentes Redutores Fortes												
11	Água e Soluções Aquosas												
12	Substâncias que reagem com água	Extremamente Reativos. Não misturar com nenhum produto químico ou resíduo											Substâncias que reagem com água



**Figura 1** - Quadro de Compatibilidade/Incompatibilidade de Resíduos Industriais. A leitura deve ser feita no cruzamento entre dois tipos de resíduos que se queira consultar. Fonte: Adaptado de ROCCA et al (1993).

A segregação dos resíduos também é vantajosa em um processo industrial, pois possibilita a recuperação ou reciclagem de materiais, diminuindo o volume final de resíduos perigosos (e conseqüentemente, diminuindo possíveis custos referentes ao tratamento destes resíduos), retornando ao processo industrial de manufatura como matéria-prima, ou ainda, tornando uma fonte de renda adicional

obtida pela venda de um subproduto como matéria-prima para outras industriais.

#### **4.2. Acondicionamento**

De acordo com ROCCA et al (1993) os recipientes a serem utilizados para acondicionamento de resíduos sólidos devem ser:

- Construídos com material compatível com os resíduos;
- Estanques, ou seja, ter capacidade de conter os resíduos no seu interior;
- Apresentar resistência física a pequenos choques, durabilidade e compatibilidade com o equipamento de transporte, em termos de forma, volume e peso.

Na maioria dos casos, as indústrias utilizam dois tipos de recipientes, sendo um menor (geralmente tambores de 200 l) junto aos pontos de geração de processo industrial e outro maior, instalado na área de armazenagem da indústria (geralmente, contêineres e tambores) (BIDONE & POVINELLI, 1999).

Outros aspectos importantes a serem considerados na escolha do tipo de recipiente são quanto a quantidade e tipo de resíduos, forma de remoção do recipiente (por exemplo, de forma manual ou através de uma empilhadeira mecânica), da necessidade ou não de tratamento e do sistema de disposição final.

Para o armazenamento, manuseio e transporte de resíduos sólidos, a normatização brasileira estabelece as seguintes:

- NB – 1.183/92 – Armazenamento de Resíduos Sólidos Perigosos – Procedimento
- NB – 1.264/90 – Armazenamento de Resíduos Sólidos Classe II e III;
- NB – 98/66 – Armazenamento e Manuseio de Líquidos Inflamáveis e Combustíveis;
- Portaria Minter nº 124, de 20/08/80 relativa a área de armazenagem;
- Instrução normativa SEMA/STC/CRS nº 001, de 10/06/83, que dispõe sobre condições de manuseio, armazenamento e transporte de bifenilas policloradas (PCB's) e de resíduos contaminados com estas.

#### **4.3. Transportes**

Ao contrário dos resíduos líquidos e gasosos, os resíduos sólidos necessitam ser transportados mecanicamente do ponto onde foi gerado até o local de tratamento ou disposição final.

Dessa forma, os fatores de risco dividem-se, nesta fase, em transporte interno e transporte externo dos resíduos sólidos.

##### **4.3.1. Transporte interno**

O transporte interno dos resíduos gerados no interior da indústria representa um fator de risco, quando feito de forma inadequada, para o pessoal envolvido no processo e para a instalação industrial.

Logo, para que os resíduos sejam transportados de forma segura, sejam perigosos ou não, a indústria geradora deve ter um planejamento quanto ao transporte destes – Plano de Transporte Interno – que segundo ROCCA et al (1993) o Sistema de Transporte Interno deve considerar pelo menos:

- Necessidade de rotas pré-estabelecidas;
- Equipamentos compatíveis com o volume, peso e forma de material a ser transportado;
- Pessoal familiarizado com esses equipamentos;
- Determinação das áreas de riscos para equipamentos especiais.

Em relação aos equipamentos para o transporte interno dos resíduos, em geral são usados carrinhos de mãos, empilhadeiras, caminhões de carroceria aberta, basculante e caminhões tipo poliguindastes.

#### 4.3.1. Transporte externo

O transporte externo de resíduos é uma prática que vêm se tornando comum, pois parte das indústrias não apresenta espaços apropriados e suficientes dentro de suas instalações para o tratamento e disposição dos resíduos e também por que há o surgimento de empresas especializadas em transporte destes, que apresentam pessoal e equipamentos especializados, diminuindo os riscos de acidentes no transporte (quando a empresa contratada for bem qualificada).

Para o transporte externo, existem três formas comumente utilizadas onde as principais vantagens e desvantagens dos tipos de transportes são apresentadas a seguir (Tabela II):

**Tabela II – Vantagens e Desvantagens dos tipos de transportes**

Forma de Transporte	Vantagens	Desvantagens
Marítimo ou fluvial	<ul style="list-style-type: none"> <li>• É mais econômico para grandes quantidades de resíduos a granel com baixo potencial poluidor e que devem percorrer grandes distâncias</li> <li>• Para grandes quantidades de carga de fácil manuseio no carregamento e descarregamento</li> <li>• Para cargas de grandes dimensões</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pequena velocidade de deslocamento</li> <li>• Elevadas despesas portuárias</li> <li>• Restrições operacionais de carga e descarga sob condições climáticas adversas</li> <li>• Em caso de acidentes a área de comprometimento pode ser significativa</li> </ul>
Ferrovário	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rota de trânsito bem definida e que não permite alterações</li> <li>• Mão-de-obra fixa e especializada no transporte de matérias-primas perigosas</li> <li>• Possui plano de emergência estabelecidos</li> <li>• Sistema de comunicação eficiente que permite a rápida detecção de acidentes</li> <li>• Custo do transporte relativamente baixo para grandes distâncias</li> <li>• Possibilidade de ocorrer acidentes relativamente menor que no transporte rodoviário</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Taxas de embarque são elevadas para pequenas quantidades</li> <li>• É necessária a contratação do transporte com certa antecedência</li> </ul>
Rodoviário	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Baixo custo para pequenas quantida-</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Não é adequado para grandes quantida-</li> </ul>



des	des
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Baixo custo para pequenas distâncias</li> <li>• Não necessitam de transbordo, tendo acesso ao ponto de geração e descarga</li> <li>• O serviço pode ser contratado de imediato</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Custo elevado para grandes distâncias</li> <li>• Rotas podem ser alteradas facilmente</li> <li>• Alta rotatividade de mão-de-obra</li> <li>• Dificuldade na comunicação de acidentes</li> </ul>

Fonte: ROCCA et al (1993), modificado

### 5. TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO FINAL

Tendo em vista a grande variedade de resíduos que pode ser gerada pelas industriais, a destinação final e as formas de tratamento destes, deve-se levar em conta alguns critérios, como por exemplo, as quantidades geradas de cada tipo de resíduo, as características físico-químicas destes, o grau de periculosidade e os locais de estocagem temporária, sendo que, a destinação final está diretamente relacionada com o tipo de resíduo gerado.

A indústria geradora deve selecionar as formas de tratamento técnico economicamente viáveis ao seu capital, nos quais algumas das formas de tratamento/disposição final dos resíduos sólidos industriais são apresentadas a seguir (Tabela III):

**Tabela III – Formas de Tratamento/disposição final dos resíduos**

<b>TRATAMENTO</b>	Reciclagem
	Incineração
	Pirólise
	Compostagem
	Vermicompostagem
	Reatores de digestão anaeróbica
<b>DISPOSIÇÃO FINAL</b>	Co-processamento
	Aterro Sanitário
	Aterro industrial
	Co-disposição

Fonte: Organizada pelos autores

#### 5.1. Tratamento

- *Reciclagem*: É o processo através do qual os resíduos potencialmente reutilizáveis são coletados, separados e processados para retornar ao sistema produtivo como matéria-prima.
- *Incineração*: É o processo de redução de peso e volume dos resíduos através da combustão controlada, com a filtragem dos gases nocivos emitidos. Consiste de uma oxidação térmica a alta temperatura (usualmente 900°C ou maior) entre o combustível e o comburente, onde considera-se o resíduo como combustível.
- *Pirólise*: É um processo mais avançado que os incineradores, no qual tem-se um tratamento térmico, por ação do calor, na ausência de oxigênio. É um processo endotérmico e a fonte de calor pode ser externa ou mesmo através de um fase no reator onde ocorre a combustão.
- *Compostagem*: É definida como a reciclagem da matéria orgânica putrescível, através de processos físicos, químicos e biológicos, onde obtém-se uma matéria biogênica mais estável e resistente à ação de espécies consumidoras, chamado de composto que, por exemplo, por ser usado como adubo na agricultura. Para a compostagem o resíduo deve apresentar boas características em relação ao nitrogênio e fósforo.

- *Vermicompostagem*: É uma técnica de compostagem onde são utilizadas minhocas para a produção do composto, que recebe o nome de vermicomposto ou húmus (TEIXEIRA, 2000). Segundo BIDONE (1999) para que os resíduos seja submetidos à vermicompostagem é necessário sua prévia compostagem.
- *Reatores de digestão anaeróbica*: Tem-se a produção de biogás, como nos aterros sanitários, quando alimentados com resíduos orgânicos.
- *Co-processamento*: Processo que utiliza o resíduo como substituto de combustível em fornos de produção de clínquer. Para isso os resíduos podem apresentar características similares às dos componentes normalmente empregados na produção de clínquer e seu poder calorífico deverá ser superior a 11.620 kJ/kg.

## 5.2. Disposição final

- *Aterro Sanitário*: É uma forma de disposição dos resíduos sólidos urbanos mas é, também, uma forma de tratamento da matéria orgânica presente nos resíduos sólidos, uma vez que as degrada completamente (TEIXEIRA, 2000).
- *Aterro Industrial*: Segundo BIDONE & POVINELLI (1999) os aterros industriais, notadamente aqueles destinados à recepção de resíduos industriais perigosos, são aterros de execução similar aos aterros sanitários, diferenciando-se, no entanto, dos mesmos em função de que devem contar com elementos adicionais de proteção ambiental.
- *Co-disposição*: É a disposição conjunta dos resíduos domiciliares e industriais, geralmente realizada em um aterro sanitário de resíduos domiciliares.

## 6. IMPACTOS AMBIENTAIS

Entende-se por impacto ambiental:

“Qualquer alteração das propriedades, físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afeta a saúde, segurança e o bem estar da população, as atividades sociais e econômicas, a biota, as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e qualidade dos recursos ambientais” (CONAMA, 1986).

No processo de gerenciamento dos resíduos sólidos industriais, todas as etapas apresentam algum fator de risco para a possibilidade de ocorrência de acidentes ou de ação de condutas de manejo impróprias por mão-de-obra não qualificada, que podem resultar em impactos de variada magnitude. A tabela IV apresenta os riscos associados a cada uma das etapas do gerenciamento dos resíduos, e os possíveis impactos resultantes.

**Tabela IV – Riscos Associados e Possíveis Impactos em cada uma das etapas do gerenciamento**

ETAPA	RISCOS ASSOCIADOS	POSSÍVEIS IMPACTOS
SEGREGAÇÃO	Mistura de resíduos incompatíveis Manuseio por mão de obra não qualificada	Geração de gases tóxicos Geração de calor Combustão espontânea Explosão Solubilização de toxinas Acidentes de trabalho

<b>ACONDICIONAMENTO</b>	<i>Uso de recipientes inadequados</i>	<i>Contaminação do solo e lençol freático</i>
	<i>Estocagem em local inadequado</i>	<i>Contaminação de cursos d'água</i>
	<i>Vazamento</i>	<i>Impactos na fauna e flora</i>
<b>TRANSPORTE INTERNO</b>	<i>Manuseio por mão-de-obra não qualificada</i>	<i>Acidentes de trabalho</i>
	<i>Tombamento da carga</i>	<i>Contaminação do solo e lençol freático</i>
	<i>Vazamento</i>	<i>Contaminação de cursos d'água</i>
<b>TRANSPORTE EXTERNO</b>	<i>Manuseio por mão-de-obra não qualificada</i>	<i>Impactos na fauna e flora</i>
	<i>Tombamento da carga</i>	<i>Acidentes de trabalho</i>
	<i>Vazamento</i>	<i>Contaminação do solo e lençol freático</i>
<b>DISPOSIÇÃO FINAL</b>	<i>Manuseio por mão-de-obra não qualificada</i>	<i>Contaminação de cursos d'água</i>
	<i>Vazamento</i>	<i>Impactos na fauna e flora</i>
	<i>Mistura de resíduos incompatíveis</i>	<i>Contaminação do solo e lençol freático</i>
	<i>Disposição em local inadequado</i>	<i>Contaminação de cursos d'água</i>
	<i>Problemas associados ao projeto do aterro</i>	
	<i>Manuseio por mão-de-obra não qualificada</i>	

Fonte: Organizada pelos autores

### 7. MODELO DE INVENTÁRIO PARA LEVANTAMENTO QUALI-QUANTITATIVO DE RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAIS

Para a quantificação e qualificação dos resíduos sólidos industriais gerados no município de Maringá/Pr, será utilizado o seguinte sistema para a coleta destas informações, apresentados a seguir:

**Dados da empresa**

Razão social:
Endereço:
Área de ocupação:
Horário de expediente:
Dias produtivos (mês):
Nº de funcionários:
Ramo de atuação:

**Processo de fabricação**

- Fluxograma básico do processo industrial

**Identificação das fontes produtoras de resíduos**

- Com base no fluxograma, verificar qual processo gera resíduos sólidos.

IEM	MATÉRIA-PRIMA		QUANTIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS (Qt-de/dia)	CLASSIFICAÇÃO (NBR – 10004)
	TIPO	CONSUMO (Qt-de/dia)		
01				
02				

**Acondicionamento, transporte e disposição final**

IEM	ACONDICIONAMENTO		TIPO DE TRANSPORTE		DISPOSIÇÃO FINAL
	TIPO DO RECIPIENTE	VOLUME (m³)	INTERNO	EXTERNO	
01					
02					

**Tratamento dos resíduos gerados**

- Descrição do tipo de tratamento aplicado ao resíduo do respectivo item.

IEM	DESCRIÇÃO DO TRATAMENTO
01	
02	

---

□ Impactos ambientais

- *Identificar os principais impactos ambientais decorrentes do processo de produção da empresa e possíveis impactos relacionados com a disposição final dos resíduos.*
- 

## 8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um estudo realizado a fim de levantar as características de qualidade e quantidade de resíduos sólidos industriais é de fundamental importância para um plano de gerenciamento moderno. As matérias-primas empregadas, a linha de produção, o treinamento da mão-de-obra e a existência ou não de políticas de minimização de desperdício são alguns fatores que contribuem para um aumento ou redução na geração de resíduos, onde o conhecimento das variáveis permite, a uma organização industrial, avaliar a melhor forma para o controle e gerenciamento dos mesmos.

Um sistema efetivo para a gestão de resíduos sólidos propicia diversos benefícios, como minimizar o risco de acidentes pela manipulação dos resíduos, economias nos custos, melhoria no rendimento da produção, comercialização dos resíduos, reutilização de resíduos como matéria-prima, redução no custo de sistemas de tratamento para os resíduos, minimizar os impactos adversos ao meio ambiente (solo, ar e recursos hídricos) garantido a conformidade a legislações ambientais, entre outros.

Dessa forma, o objetivo da pesquisa apresentada é o de elaborar uma proposta de inventário para o levantamento de resíduos industriais que possibilite obter as informações necessárias sobre um processo produtivo, identificando os principais pontos de geração, a qualidade e quantidade dos mesmos, os quais são tomados como o ponto de partida para qualquer plano de gerenciamento e minimização, cujos maiores ganhos conquistados serão pela redução dos impactos ambientais e melhoria da qualidade de vida.

## 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIDONE, Francisco R. A. Uso da vermicompostagem no tratamento de percolato/lixiviado de aterro sanitário. In: PROSAB. Metodologias e técnicas de minimização, reciclagem e reutilização de resíduos sólidos urbanos. Rio de Janeiro, ABES, 1999.

BIDONE, Francisco R. A. ; POVINELLI, Jurandy. Conceitos básicos de resíduos sólidos. São Carlos: EESC-USP, 1999.

ROCCA, Alfredo Carlos C.; IACOVONE, Angela Maria M. B.; BARROTI, Arioaldo José; CASARINI, Biol Dorothy C. P.; GLOEDEN, Geol Elton; STRAUS, Elvira Lúcia; ROMANO, João Antonio; RUIZ, Leandro Razuk; SILVA, Leziro Marques da; SAITO, Luiza Mitiko; PIRES, Maria Cecília; LEÃO, Maria Lais Guzzo; NETO, Pedro Penteadado de Castro; COLLUCCI, Ricardo; CUNHA, Rodrigo C. A. Resíduos sólidos industriais. 2ª ed. Ver. Ampl. São Paulo: CETESB, 1993.

GERBER, Wagner. Impacto ambiental: resíduos sólidos e reciclagem, Pelotas: UCPEL, 40p. 1999.

TEIXEIRA, Eglé Novaes; BIDONE, Francisco R. A. Conceitos básicos. In: PROSAB. Metodologias e técnicas de minimização, reciclagem e reutilização de resíduos sólidos urbanos. Rio de Janeiro, ABES, 1999.

TEIXEIRA, Eglé Novaes. Resíduos sólidos: minimização e reaproveitamento energético. In: Seminário Nacional sobre Reuso/Reciclagem de Resíduos Sólidos Industriais – SMA/SP. 2000. Disponível em: [http://www2.ciesp.org.br/bolsa/outros\\_servicos/banco\\_textos/detalhes\\_texto.asp?ID=65](http://www2.ciesp.org.br/bolsa/outros_servicos/banco_textos/detalhes_texto.asp?ID=65). Visitado em: 11/08/2003.

**Victor Bortolo Sanchez** (vicsanchez10@hotmail.com)

**Mirian Yoshie Kamikawa**

**André Luiz Garbim Verones**

Alunos do curso de graduação em Engenharia Civil da Universidade Estadual de Maringá (UEM) e bolsistas PIBIC/UEM/CNPq.

**Generoso De Angelis Neto**

Orientador, Professor Dr. do Departamento de Engenharia Civil e do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual de Maringá.

**Bruno Luiz Domingos De Angelis**

Professor Dr. do Departamento de Agronomia e dos Programas de Pós-Graduação em Geografia e Agronomia da Universidade Estadual de Maringá.