

LSP

Campus de São Carlos

LEVANTAMENTO QUALITATIVO DOS RESÍDUOS
SÓLIDOS INDUSTRIAIS GERADOS NAS MICRO E
PEQUENAS INDÚSTRIAS DO MUNICÍPIO DE SÃO
CARLOS (SP) E PANORAMA ATUAL DOS
INVENTÁRIOS ESTADUAIS

Guilherme Duarte Martins

Orientador: Prof. Assoc. Valdir Schalch.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO



ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS

GUILHERME DUARTE MARTINS

LEVANTAMENTO QUALITATIVO DOS RESÍDUOS
SÓLIDOS INDUSTRIAIS GERADOS NAS MICRO E
PEQUENAS INDÚSTRIAS DO MUNICÍPIO DE SÃO
CARLOS (SP) E PANORAMA ATUAL DOS
INVENTÁRIOS ESTADUAIS

DEDALUS - Acervo - EESC



31100050106

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Mestre em Ciências da Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof. Assoc. Valdir Schalch

Serviço de Pós-Graduação EESC/USP

EXEMPLAR REVISADO

Data de entrada no Serviço... 05 / 01 / 2005

Ass.: *[Assinatura]*



São Carlos

2004

Class.	TESE EESC ✓
Cult.	3431
Tombo	T010/05
Sysno	1422544

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento da
Informação do Serviço de Biblioteca - EESC/USP

M3861 Martins, Guilherme Duarte
Levantamento qualitativo dos resíduos sólidos industriais gerados nas micro e pequenas indústrias do município de São Carlos (SP) e panorama atual dos inventários estaduais / Guilherme Duarte Martins. -- São Carlos, 2004.

Tese ^(Mestrado) (Doutorado) -- Escola de Engenharia de São Carlos-Universidade de São Paulo, 2004.
Área : Ciências da Engenharia Ambiental.
Orientador: Prof. Assoc. Valdir Schalch.

1. Resíduos sólidos industriais. 2. Resíduos sólidos. 3. Micro e pequenas indústrias. 4. Índice de geração de resíduos. I. Título.

FOLHA DE JULGAMENTO

Candidato: Bacharel **GUILHERME DUARTE MARTINS**

Dissertação defendida e julgada em 26-03-2004 perante a Comissão Julgadora:



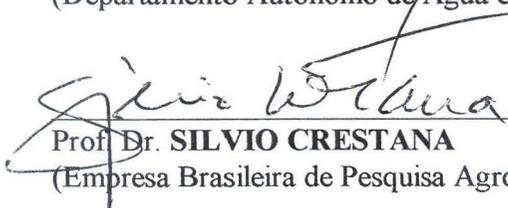
Prof. Assoc. **VALDIR SCHALCH (Orientador)**
(Escola de Engenharia de São Carlos/USP)

A. PROVAO



Prof. Dr. **WELLINGTON CYRO DE ALMEIDA LEITE**
(Departamento Autônomo de Água e Esgoto de Araraquara/DAE)

Aprovado



Prof. Dr. **SILVIO CRESTANA**
(Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/EMBRAPA)

aprovado



Prof. Associado **EVALDO LUIZ GAETA ESPINDOLA**
Coordenador do Programa de Pós-Graduação
em Ciências da Engenharia Ambiental



Profa. Assoc. **MARIA DO CARMO CALIJURI**
Presidente da Comissão de Pós-Graduação

Aos meus pais, Antonio Roberto
e Márcia, por investirem na
minha formação.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais e irmãos por sempre acreditarem e apoiarem uns aos outros.

À minha namorada e esposa pelo carinho, apoio, alegria e companheirismo em todos os momentos. **MUITO OBRIGADO!!!**

Aos meus filhos Helena e Francisco pelas brincadeiras e distrações que sempre me propuseram.

Ao Prof. Valdir por abrir as portas do mundo dos resíduos, sempre com o sorriso no rosto. Pela confiança, ajuda, orientação e principalmente pelas conversas prazerosas.

A Pazú, responsável pelos primeiros ensinamentos e orientações na área de resíduos.

Aos velhos e loucos amigos Jairo, Grego, Alê carioca, França, Davi, Peninha, Farias, Gersinho, e suas queridas companheiras.

Aos irmãos Brucha, Durval e Ricardinho.

Ao amigo impar e companheiro de balada, mais uma vez obrigado.

A toda turma da bio 97 pelos anos de faculdade.

E a todos aqueles que não colaboraram com o trabalho.

Ao meu cunhado Beto, pela ajuda no começo de uma nova vida.

A Pati, Danilo e sua filha Vitória pelas companhias agradáveis.

Ao compadre Brucha, Drica e suas menininhas adoráveis.

A moçada da minha turma.

Ao Programa de Pós Graduação, e principalmente a Claudete.

Não posso deixar de citar a CAPES pelo pequeno apoio dado, sem o qual seria muito difícil sua conclusão.

RESUMO

MARTINS, G. D. (2003). *Levantamento Qualitativo dos Resíduos Sólidos Industriais Gerados nas Micro e Pequenas Indústrias do Município de São Carlos (SP) e Panorama Nacional dos Inventários Estaduais*. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003.

O objetivo deste trabalho é levantar qualitativamente os resíduos sólidos industriais gerados pelas diversas atividades industriais no município de São Carlos –SP, aplicando um questionário, e propor diretrizes para futuros inventários. Para tanto realizamos um levantamento das indústrias de transformação do município, usando a lista das indústrias cadastradas na Prefeitura Municipal. Estas indústrias foram classificadas segundo a CNAE (Classificação das Atividades Econômicas), de acordo com sua atividade. Revisamos a bibliografia para avaliar a situação atual, internacional e do Brasil, em relação a índices de geração de resíduos sólidos industriais e o panorama dos inventários estaduais realizado em conjunto com o Ministério do Meio Ambiente. Foram visitadas 112 unidades industriais, sendo que apenas 36 atenderam prontamente, destas apenas 17 empresas apresentaram dados adequados para análise. Outras 21 eram endereços residenciais, 11 estavam fechadas ou mudaram de endereço e 44 não atenderam, apesar das várias tentativas, que em alguns casos chegaram a 15 visitas na mesma empresa. Os resultados obtidos com a avaliação do questionário mostram que os resíduos sólidos industriais nas micro e pequenas empresas, nos aspectos qualitativos, são semelhantes aos das médias e grandes indústrias, porém, alguns resíduos como lodo de estação de tratamento de efluentes não foram encontrados nas empresas visitadas. Pode-se concluir que em relação aos dados obtidos nas indústrias, apesar da amostra de tipologias ser pequena, é importante incluir as micro e pequenas indústrias em futuros inventários.

Palavras-chave: resíduos sólidos industriais; inventário de resíduos; micro e pequenas indústrias; resíduos industriais; índice de geração de resíduos

ABSTRACT

MARTINS, G.D. (2003). A qualitative survey of industrial solid waste produced by micro and small industries at the São Carlos County, State of São Paulo, Brazil, and An overview of the Brazilian state inventories. M.S. Dissertation – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003.

The purpose of this work is to carry out a qualitative survey of solid waste generated by several industries at the São Carlos County, São Paulo, by using a questionnaire, as well as to propose directives for future inventories. To address this issue, we first carried out a survey of industries at São Carlos County using the official listing of industries that has been given to us by the Local Authority. These industries were then classified according to their activities using the National Classification of Economic Activities (Classificação das Atividades Econômicas, CNAE). We have done a literature survey to evaluate both the Brazilian and the international current rates of industrial solid waste generation. In addition, we have carried out an overview of Brazilian State Inventories, which is the result of a collaborative effort between each State and the Ministry of Environment. Only 36 out of the 112 industries listed by The Local Authority agreed to participate in this research. Seventeen out of these 36 industries fulfilled the questionnaire properly. A check of the addresses of all industries on the list showed that 17 addresses were residential, and that 11 companies have stopped their industrial activity. It was striking that 44 industries refused to collaborate or have not received the researcher because the staff of the environment section was out or did not have the time for that (15 occurrences). The evaluation of the questionnaires indicated that the generation of solid waste by micro and small industries was qualitatively similar to that by medium and big industries. However, some residues, such as the slurry from effluent treatment units, were not found in any of the industries inspected. The sample size of this study was small. However, a comparison of the data obtained here with those on the literature clearly indicates that the inclusion of micro and small industries in future inventories is required to define solid waste policies.

Keywords. Solid waste; micro and small industries; qualitative survey; São Carlos County; São Paulo State; Brazil

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – Subdivisão do porte das indústrias	24
QUADRO 2 – Panorama da Geração de Resíduos Sólidos Industriais no Brasil	33
QUADRO 3 – Distribuição da quantidade de resíduos sólidos industriais perigosos gerados por setor industrial (ton/ano)	40
QUADRO 4 – Maiores geradores de resíduos industriais perigosos (Classe I), Estado de São Paulo (1996)	48
QUADRO 5 – Tratamento e Disposição final de resíduos industriais perigosos, Estado de São Paulo (1996)	49
QUADRO 6 – Comparação entre a produção de resíduos perigosos pelo porte da empresa	51
QUADRO 7 – Geração de resíduos industriais na Bacia da Baía de Guanabara (ton/mês)	53
QUADRO 8 – Critérios utilizados para classificação das empresas	63
QUADRO 9 – Tipologias das indústrias visitadas	68
QUADRO 10 – Número de Empregados por Divisão	70

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABETRE	Associação Brasileira das Empresas de Tratamento de Resíduos Especiais
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACV	Análise do Ciclo de Vida
CNAE	Classificação Nacional das Atividades Econômicas
CNEN	Comissão Nacional de Energia Nuclear
CEPIS	Centro Pan-americano de Engenharia Sanitária e Ciências do Ambiente
CETESB	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CPRH	Companhia Pernambucana de Meio Ambiente
EPA	Environment Protection Agency
FEAM	Fundação Estadual de Meio Ambiente
FEEMA	Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente
FEPAM	Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente
FIEPE	Federação das Indústrias do Estado de Pernambuco
FNMA	Fundo Nacional do Meio Ambiente
IAP	Instituto Ambiental do Paraná
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPPS	The Pollution Projection System
ISO	International Organization for Standardization
NBR	Norma Brasileira Registrada
OECD	Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico
OEMA	Órgãos Estaduais de Meio Ambiente
P ₂	Prevenção à Poluição
P+L	Produção mais Limpa
PIB	Produto Interno Bruto
PRTR	Pollution Release Transfer Register
RETs	Release Estimation Techniques
SGA	Sistemas de Gestão Ambiental
SISNAMA	Sistema Nacional de Meio Ambiente
SQA	Secretaria de Qualidade Ambiental
UNEP	Organização de Proteção Ambiental das Nações Unidas

SUMÁRIO

RESUMO	iv
ABSTRACT	v
LISTA DE TABELAS	vi
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	vii
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo Geral	3
2.2. Objetivos Específicos	3
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
3.1. Resíduos Sólidos: Definição e Classificação	4
3.1.1. Definição	4
3.1.2. Classificação	5
3.2. Resíduos Sólidos Industriais	9
3.2.1. Controle e Prevenção da Poluição	10
3.2.2. Análise do Ciclo de Vida	14
3.2.3. Legislação	15
3.2.4. Os órgãos estaduais de meio ambiente	18
3.2.5. Os índices de geração de resíduos sólidos industriais no Brasil	20
3.2.6. Índices de geração de resíduos industriais: a experiência internacional	25
3.2.6.1. Principais Características do Programa PRTR e suas metodologias	29
3.2.7. Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais	31
3.2.8. Inventários Estaduais de Resíduos Sólidos Industriais	34
3.2.9. O mercado de resíduos sólidos industriais	57
4. MATERIAIS E MÉTODOS	59
4.1. Área de Estudo	59
4.2. Amostragem	59
4.3. Classificação das atividades econômicas	60

4.4. Classificação das Micro e Pequenas Empresas	62
4.5. Levantamento de Dados nas Indústrias	64
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	65
5.1. Universo Amostrado	65
5.2. Classificação das indústrias	67
5.3. Levantamento de dados nas indústrias	71
6. DIRETRIZES PARA UM INVENTÁRIO DE RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAIS	79
7. CONCLUSÕES	80
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	81
9. ANEXOS	

1 – INTRODUÇÃO

A poluição ambiental tornou-se assunto de interesse público em todos os países do mundo. Não apenas os desenvolvidos, mas as nações em desenvolvimento também são afetadas pelos problemas ambientais. Uma grande parcela desta poluição vem das indústrias, através dos processos de produção utilizados para extrair a matéria prima e transforma-la numa enorme variedade de produtos para fins de consumo. Estas indústrias devido às suas várias atividades, e com diferentes graus de sofisticação tecnológica, produzem resíduos com as mais diversas características, tornando difícil o controle e fiscalização por parte dos órgãos ambientais.

Pelo fato do interesse da população ser cada vez maior, a poluição ambiental causada pelos resíduos industriais está nas manchetes de jornal. Pode-se citar os casos da Shell em Paulínia (SP), onde a fábrica de agrotóxicos contaminou solo e água, prejudicando diretamente a vida de 47 famílias vizinhas à área, e o caso da Rhodia na Baixada Santista contaminando uma imensa área com organoclorados. Esses exemplos são de poluição causados por grandes indústria, localizadas em municípios onde a saúde da população foi afetada, e pelo seu enorme impacto se tornam manchete em âmbito nacional. Mas e os pequenos impactos ocorridos diariamente nos municípios brasileiros? Será que eles acontecem? Por que não são noticiados na mídia local? Eles afetam a saúde da população e causam danos ambientais? Seu acontecimento é irrelevante pelo fato de ocorrerem em proporções menores?

As grandes indústrias geralmente possuem um controle dos resíduos gerados na linha de produção, e geralmente o órgão responsável pela fiscalização se preocupa mais com estas. Isso não ocorre com pequenas indústria, funilarias, oficinas de fundo de quintal e outras, que produzem resíduos ambientalmente perigosos e com risco à saúde da população. Essa poluição não é interessante para a mídia, pois ela ocorre em todas as áreas de um município, e tomar conhecimento ou mesmo mapea-las é um processo muito mais complexo do que no caso de grandes contaminações. Com isso a poluição das pequenas indústrias, funilarias e outras, torna-se insignificante para a mídia e para os órgãos de fiscalização. Esta poluição gradativa, pequena, quase invisível causada tanto pelas pequenas indústrias como pela população é muito perigosa, e pelo fato de ocorrerem em inúmeras áreas de um município fica difícil de ser controlada.

Geralmente as micro e pequenas empresas, familiares e outras, não possuem um departamento ambiental, e desconhecem tanto a legislação ambiental, como o perigo da disposição inadequada de resíduos. O poder público não fiscaliza estas em relação ao que é feito de seus resíduos e quais são os resíduos gerados. Com isso a poluição gradual torna-se imperceptível, à mídia, à população e aos olhos dos órgãos fiscalizadores. É certo que os órgãos fiscalizadores estão com déficit de pessoal, mas uma avaliação qualitativa da produção de resíduos gerados, pelas diferentes atividades industriais, nortearia o caminho rumo a uma política de gerenciamento e fiscalização.

Com isso gradativamente as pequenas poluições ocorrem, num terreno baldio aqui, na esquina acolá, nos pequenos cursos d'água, em mananciais, e se mapeadas no município veremos que não são irrelevantes, e sim uma enorme fonte de preocupação. Essas pequenas poluições gradativas e contínuas afetam a saúde da população e o ambiente, e pelo fato de serem em número muito alto e espalhadas pelo município não são alvo de fiscalização.

Portanto, para que haja um controle maior da poluição causada por resíduos sólidos industriais é fundamental a realização de um inventário. Este precisa contemplar todas as indústrias de transformação, e não somente as médias e grandes empresas. Para tanto é preciso que o inventário ocorra nas esferas municipais, fazendo com que tenha mais autenticidade e realmente norteie o gerenciamento e fiscalização.

2 – OBJETIVOS

2.1 – Objetivos Gerais

A presente pesquisa teve como objetivo levantar, qualitativamente, os resíduos sólidos industriais produzidos nas micro e pequenas indústrias do Município de São Carlos-SP, propondo diretrizes para um Inventário Municipal de Resíduos Sólidos Industriais.

2.2 – Objetivos Específicos

Para a presente pesquisa, pretendeu-se:

- ✓ Estudar qualitativamente os resíduos sólidos gerados pelas diversas atividades industriais;
- ✓ Diagnosticar o conhecimento dos empresários em relação a: legislação ambiental, perigo dos resíduos sólidos industriais, bolsa de resíduos, reciclagem, reutilização, Normas da série ISO 14.000, Normas Técnicas ABNT, classificação dos resíduos sólidos;
- ✓ Classificar as indústrias visitadas em conformidade com a CNAE (1994);
- ✓ Propor diretrizes para um inventário de resíduos sólidos industriais;
- ✓ Levantamento dos Inventários de Resíduos Sólidos Industriais Estaduais.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Resíduos Sólidos: Definição e Classificação

3.1.1. Definição

Para compreendermos o significado do conceito “resíduos sólidos”, MANCINI (1999) esclarece que este termo técnico corresponde ao que popularmente chamamos de “lixo”. Até o início da década de 90, os resíduos sólidos eram chamados simplesmente de lixo, porém, atualmente, eles são conhecidos ou recebem a denominação de resíduos urbanos (FRITSCH, 2000).

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), por meio da Norma Brasileira Registrada, NBR 10.004, de 1987, define resíduos sólidos como os “resíduos nos estados sólidos e semi-sólidos, que resultam de atividades da comunidade de origem: industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços de saúde e de varrição”. Consideram-se também resíduos sólidos os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle da poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos d’água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível.

De acordo com SCHALCH (2001), baseado na ABNT, “a presente definição de resíduos sólidos não contempla as palavras redução, reutilização e reciclagem, além do fato de, atualmente, os resíduos hospitalares serem chamados de resíduos de serviços de saúde”, conforme NBR-12.807 (1993).

É importante salientar que a NBR 10.004 está em processo de revisão devido a uma série de definições novas que vêm sendo utilizadas na área dos resíduos sólidos como comentado por SCHALCH, *op cit.*

3.1.2. Classificação

Os resíduos sólidos são classificados quanto a sua origem ou fonte e quanto aos seus riscos potenciais em relação a determinados padrões de qualidade ambiental e à saúde pública, para que estes resíduos possam ter manuseio e destinação adequados.

A classificação dos resíduos sólidos segue os critérios da Agência de Proteção Ambiental Americana (EPA), com algumas adaptações. A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), apresenta uma série de normas específicas relacionadas com resíduos sólidos:

- ✓ NBR 7.500 (1987): Símbolos de risco e manuseio para o transporte e armazenagem de materiais – Simbologia;
- ✓ NBR 7.502 (1983): Transporte de cargas perigosas – classificação;
- ✓ NBR 8.418: Projetos de aterros sanitários de resíduos industriais perigosos;
- ✓ NBR 8.419: Projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos;
- ✓ NBR 9.190 (1985): Sacos plásticos para acondicionamento de lixo – classificação;
- ✓ NBR 10.004 (1987): Resíduos Sólidos – Classificação.

Normas complementares para a aplicação da NBR 10.004:

- ✓ NBR 10.005 (1987): Lixiviação de resíduos;
- ✓ NBR 10.006 (1987): Solubilização de resíduos;
- ✓ NBR 10.007 (1987): Amostragem de resíduos – procedimento;
- ✓ ASTM D 93 – Flash Point by Pensky Martens Closed Tester;
- ✓ NACE TM-01-69 – Laboratory Corrosion Testing of Metals for the Process Industries – Test Method.

Para efeitos da norma NBR 10.004 (1987), a ABNT classifica os resíduos em:

Resíduos Classe I – Perigosos;

Resíduos Classe II – Não Inertes;

Resíduos Classe III – Inertes.

Essa classificação baseia-se nas propriedades físicas, químicas e infecto-contagiosas que os resíduos podem apresentar ao meio ambiente (quando o resíduo é manuseado ou destinado de forma inadequada) e à saúde pública (provocando ou acentuando, de forma significativa, um aumento de mortalidade ou incidência de doenças). Estas são consideradas características de periculosidade dos resíduos.

Resíduos classe I ou perigosos

São aqueles que apresentam substancial periculosidade real ou potencial à saúde humana ou aos organismos vivos e que se caracterizam pela letalidade, não degradabilidade e por efeitos acumulativos diversos, ou ainda, por uma das características seguintes: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade.

Um resíduo será caracterizado como **inflamável** se uma amostra representativa, dele obtida conforme a NBR 10.007 apresentar qualquer uma das seguintes propriedades: ser líquida e apresentar ponto de fulgor inferior a 60°C, excetuando-se as soluções aquosas com menos de 24% de álcool em volume; não ser líquida e ser capaz de produzir fogo por fricção, absorção de umidade ou por alterações químicas espontâneas; ser um oxidante definido como substância que pode liberar oxigênio e estimular a combustão e aumentar a intensidade do fogo em outro material.

Um resíduo é caracterizado como **corrosivo** se uma amostra representativa apresentar as seguintes propriedades: ser aquosa e apresentar pH inferior ou igual a 2, ou superior ou igual a 12,5; ser líquida e corroer o aço a uma razão maior que 6,35 mm ao ano.

Um resíduo é caracterizado como **reativo** quando apresentar as seguintes propriedades: ser normalmente instável e reagir de forma violenta e imediata, sem detonar; reagir violentamente com a água; formar misturas potencialmente explosivas

com a água; possuir em sua constituição ânions cianeto ou sulfeto, que possa por reação liberar gases, vapores ou fumos tóxicos em quantidades suficientes para por em risco a saúde humana ou o meio ambiente, entre outras características (Norma NBR 10.004).

Um resíduo é caracterizado como **tóxico** se apresentar uma das seguintes propriedades: possuir quando testada, uma DL_{50} oral para ratos menor que 50mg/kg ou CL_{50} inalação para ratos menor que 2 mg/L ou DL_{50} dérmica para coelhos menor que 200mg/kg; possuir uma ou mais substâncias constantes da listagem nº 4 da NBR 10.004 e apresentar periculosidade. Para a avaliação desta periculosidade, devem ser considerados os fatores natureza da toxicidade apresentada pelo resíduo, concentração do constituinte do resíduo, potencial que o constituinte tem de migrar do resíduo para o meio ambiente, sob condições impróprias de manuseio, entre outros. Para mais detalhes sobre a caracterização da toxicidade consultar a Norma.

Um resíduo é considerado **patogênico** se contiver microorganismos ou se suas toxinas forem capazes de produzir doenças. Não estão incluídos neste item os resíduos sólidos domiciliares e aqueles gerados nas estações de tratamento de esgotos domésticos.

Resíduos Classe II ou não-inertes

São aqueles resíduos ou misturas de resíduos sólidos que não se enquadram nas classificações de resíduos classe I – perigosos ou classe III – inertes, podendo ter propriedades como combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água, e que para serem descartados necessitam de tratamento prévio ou preparação adequada do local onde serão dispostos.

Resíduos Classe III ou inertes

São aqueles resíduos sólidos que submetidos a um contato estático ou dinâmico com a água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, conforme teste de solubilização, segundo a NBR 10.006 – Solubilização de resíduos, não apresentarem solubilização de nenhum de seus constituintes em concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água, conforme listagem nº 8, excetuando-se os padrões de aspecto,

cor, turbidez e sabor. Podemos citar como exemplos destes resíduos sólidos às rochas, tijolo, vidros e certos plásticos e borrachas que não são decompostos prontamente.

Os resíduos radioativos, de acordo com legislação específica, não se enquadram nesta classificação, sendo a responsabilidade pelo seu gerenciamento exclusiva da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN).

Os resíduos sólidos também podem ser classificados de acordo com a fonte geradora. Segundo SCHALCH (1992), os resíduos podem ser classificados como:

Resíduos urbanos: fazem parte desta categoria o resíduo domiciliar, isto é, o lixo produzido nas residências; o comercial, proveniente de estabelecimentos como escritórios, lojas e hotéis; os de varrição e de serviços, como feiras livres, capinação e poda.

Resíduos de serviços de saúde: são todos aqueles resíduos gerados em qualquer serviço de assistência médica, sanitária ou em estabelecimentos congêneres, podendo ser provenientes de farmácias, hospitais, clínicas médicas e veterinárias, instituições de ensino e pesquisa médica e outros.

Resíduos agrícolas: são aqueles que correspondem principalmente aos vasilhames de agrotóxicos, fezes de animais e animais morto, entre outros.

Resíduos radioativos: são os resíduos provenientes do aproveitamento dos combustíveis nucleares, de aparelhos médicos contendo material radioativo, de instituições de ensino e pesquisa que utilizam material radioativo, entre outros.

Resíduos industriais: são os resíduos gerados pelos diversos tipos de indústrias de processamento. Nesta categoria, os resíduos devem ser estudados caso a caso, para que se possa obter uma solução técnica e economicamente adequada, já que pertencem a uma área bastante complexa.

Ainda, de acordo com o autor, “para cada tipo de resíduo, em função de sua classificação, é possível estabelecer operações que possibilitem o equacionamento das atividades que devem ser desenvolvidas”.

3.2. Resíduos Sólidos Industriais

A revolução industrial, por volta de 1750, estabeleceu um marco divisório na questão ambiental do planeta Terra. Anteriormente à revolução era praticada a “teoria da diluição”, ou seja, todo resíduo era lançado na natureza, que o assimilava até a sua total degradação. Com a revolução industrial, o ritmo de geração e descarte de resíduos no meio ambiente aumentou significativamente, fazendo com que a capacidade de regeneração da Terra não fosse capaz de acompanhar o ritmo de poluição.

Assim, a percepção dessas interferências ambientais e suas conseqüências têm forçado uma mudança na abordagem das questões ambientais. As legislações ambientais foram instituídas para tentar controlar a degradação do meio ambiente, porém esse processo é gradual e encontra resistências. KINLAW (1997) estabelece que as resistências vêm principalmente, do: hábito de perceber a natureza como um inimigo a vencer, como um provedor de infinita generosidade, que deve se curvar à vontade humana e do hábito de ver o meio ambiente como algo fragmentado e seus problemas como pequenos pedaços, separados e facilmente compreensíveis.

Os processos industriais são as principais fontes de geração de resíduos perigosos; são grandes causadores de impactos ambientais, muitas vezes de difícil identificação e demorada remediação. SCHALCH et al (1990) mencionam em seu trabalho a divisão dos resíduos sólidos industriais em duas categorias: comuns e perigosos. Os primeiros admitem destinação relativamente simples, enquanto que os resíduos industriais perigosos são resultantes de certas atividades industriais e do tratamento de efluentes que, por suas características, requerem cuidados especiais quanto ao acondicionamento, coleta, transporte, armazenamento, tratamento e disposição final.

Os fatores responsáveis pela variação quantitativa e qualitativa dos resíduos sólidos industriais são: o tamanho do parque industrial e das unidades industriais, os tipos de tratamento de efluentes e os processos tecnológicos utilizados pelas indústrias. Estas indústrias, devido a suas várias atividades e diferentes graus de sofisticação tecnológicas, geram resíduos sólidos com as mais diversas características, podendo aparecer em sua composição desde materiais inertes até substâncias altamente agressivas ao meio ambiente.

De acordo com CAPELINI (1999), a maneira de abordar o gerenciamento de resíduos sólidos tem mudado ao longo do tempo. Estas mudanças refletem a evolução ocorrida nos níveis de industrialização, atitudes e tendências da própria sociedade.

Como relatado anteriormente, num primeiro momento não existia preocupação ambiental, e os resíduos eram simplesmente despejados no meio ambiente. Esta prática mostrou-se satisfatória para aquele período de tempo, já que a relativa pureza do meio ambiente, as pequenas populações e concentrações dos resíduos, contribuíram para que o ambiente tivesse condições de recuperar-se. Porém, com o aumento populacional e a crescente industrialização, a quantidade de resíduos aumentou muito, tornando o lançamento no ambiente inviável. Segundo HASAN (1995), o uso pela indústria de novas substâncias químicas, e conseqüentemente a geração de resíduos destas substâncias, contribuiu para que esta forma de abordagem fosse revista.

MATOS (1997), coloca numa segunda etapa o surgimento de legislações voltadas para a proteção ambiental. Porém, o gerenciamento de resíduos não aparece de uma forma organizada, sendo as medidas de “concentrar e conter” pouco eficientes, com risco de vazamentos e contaminação ambiental.

O aparecimento de sistemas mais elaborados de gerenciamento de resíduos ocorre numa terceira etapa, dando ênfase na melhor forma de tratar e dispor os resíduos gerados e o desenvolvimento da reciclagem. Esta abordagem foi um grande avanço no gerenciamento de resíduos, mas não foi capaz de resolver o problema da redução da quantidade e toxicidade de muitos resíduos gerados, representando muitas vezes apenas uma transferência de poluição de um meio para outro.

Na quarta fase, segundo HASAN (1995), a ênfase dada para o gerenciamento de resíduos é a “prevenção da poluição”, que procura minimizar a geração de resíduos nas suas fontes. As indústrias encontram-se em diversas etapas desta evolução, porém poucas estão na quarta fase de evolução.

3.2.1. Controle e Prevenção da Poluição

A importância da conservação ambiental e do desenvolvimento sustentável, visando garantir a qualidade de vida do ser humano está cada dia mais presente no cotidiano das grandes e médias indústrias, cujo setor produtivo é responsável pelas ações de danos e de reparo ao meio ambiente. Desse modo, a indústria adquiriu uma

responsabilidade social, uma vez que atua direta ou indiretamente sobre a vida humana. Nos últimos anos, pela constatação de que o meio ambiente estava sendo rapidamente degradado, com previsões pessimistas para a qualidade de vida do ser humano, é que passou-se a pensar em conservação ambiental e desenvolvimento sustentado.

Observa-se que, a maioria dos empresários ainda não atentaram ao fato de que suas indústrias possuem essa responsabilidade social, mas já demonstram a preocupação em resolver o problema da degradação ambiental, utilizando sistemas de gestão ambiental (SGA) e certificação ambiental.

Segundo REIS (1996), a preocupação com a qualidade do meio ambiente tem resultado em um aprimoramento dos SGAs das empresas, em busca de um melhor desempenho ambiental. Desta forma as normas da série ISO 14000 surgem para auxiliar o desenvolvimento dos SGAs eficientes, vindo padronizar os sistemas de gestão ambiental das empresas.

Os sistemas de produção mais limpa (P+L), juntamente com as normas de certificação da série ISO 14000 são os mais utilizados na atualidade. Esses sistemas compreendem estratégias de prevenção ambiental integrada a processos, produtos e serviços, com o objetivo de aumentar a eficiência e reduzir riscos para o meio ambiente e, conseqüentemente, para a humanidade.

De acordo com a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 2002a) apud LOPES (2003), no Brasil, foram adotados dois conceitos: o da “Produção mais Limpa ou P+L” e o da “Prevenção à Poluição ou P₂”. O primeiro termo foi definido em 1989 pela Organização de Proteção Ambiental das Nações Unidas (UNEP) no lançamento do Programa de Produção mais Limpa. O segundo foi disseminado pelos Estados Unidos da América (EUA), a partir de 1990, pela EPA. Os termos são considerados sinônimos, dependendo do país, porém, vale ressaltar que eles surgiram com a finalidade de promover a conscientização sobre a importância da redução ou eliminação de poluentes na fonte geradora dentro do gerenciamento ambiental.

A CETESB (2003 b) apud LOPES (2003), define Produção mais Limpa como “a aplicação contínua de uma estratégia ambiental preventiva integrada a processos, produtos e serviços para aumentar a ecoeficiência e reduzir riscos ao homem e ao meio ambiente”. Com a redução de resíduos e o aumento na eficiência do processo produtivo, além da preservação ambiental, os benefícios econômicos são muito atraentes, despertando o interesse cada vez maior das empresas.

Os princípios básicos da prevenção da poluição são a avaliação de todo o ciclo de vida do produto ou serviço, a minimização da geração de resíduos e/ou a busca de alternativas que possam transformar esses resíduos, e a máxima economia do consumo de água e energia. Estes itens são acrescidos da precaução de produtos com riscos para o homem e o meio ambiente, buscando substituí-los por outros mais seguros e do controle democrático da informação, possibilitando aos setores de controle da sociedade o acesso às informações relacionadas à segurança e ao uso de produtos e dos processos de produção.

Segundo LOPES (2003), os princípios atuais do Controle e Prevenção da Poluição, atualmente, na área de Gestão Ambiental e , mais especificamente na área dos resíduos sólidos, já estão baseados nos 5 R's: reprojeter, reduzir, reutilizar, reciclar, e reaproveitar (Figura 1). Comenta ainda que, estas duas estratégias incorporadas aos princípios dos 3 R's são justificadas pelo fato de se tentar prevenir e minimizar a geração de resíduos. O reprojeter age durante a fabricação de um determinado produto, desde a sua fase de elaboração, ou seja, desde o projeto do produto. Durante esta fase é determinado o tipo e a qualidade do material utilizado. Quanto ao reaproveitar, esta ação sucede as estratégias anteriores, ou seja, reaproveitando o resíduo para algum uso.

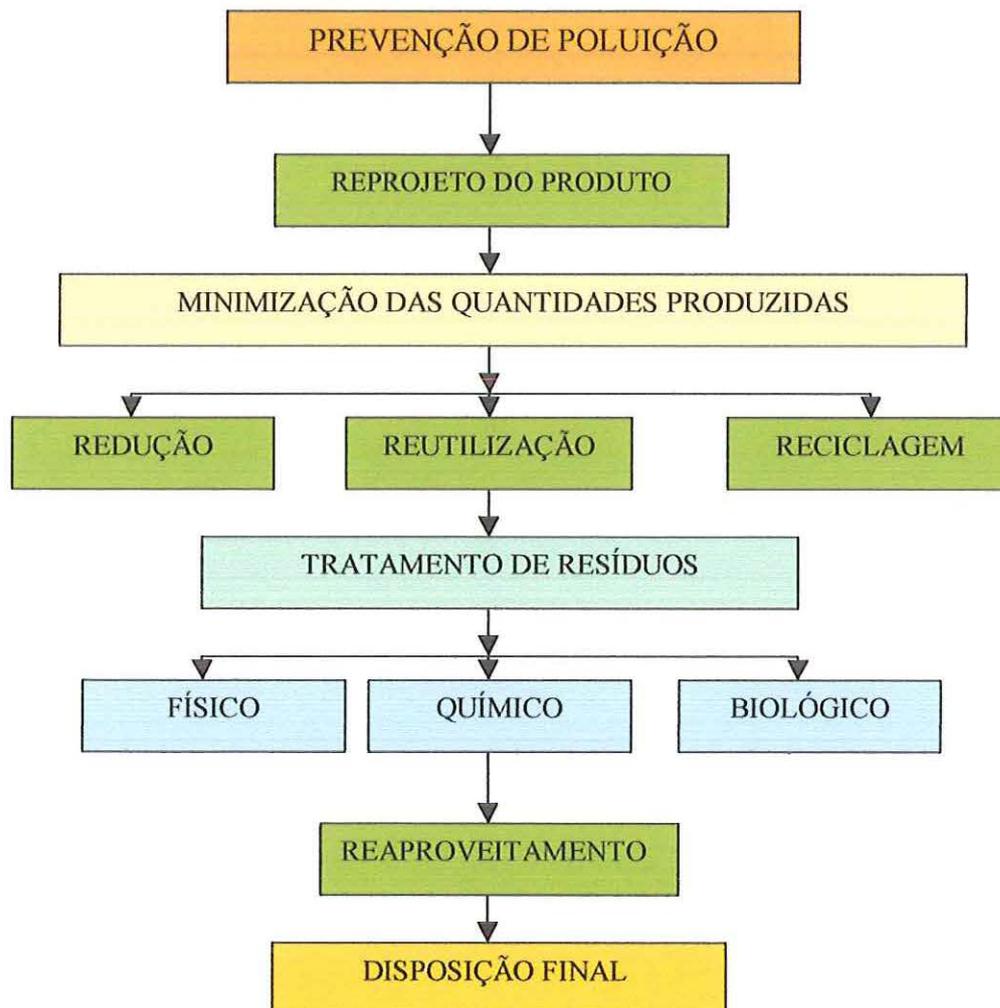


Figura 1 – Estratégia para a gestão de resíduos sólidos

Fonte: SCHALCH, 2001, apud LOPES, 2003, modificado

3.2.2. Análise do Ciclo de Vida

As indústrias têm dado mais atenção às propriedades ambientais de seus produtos, visando diferenciá-los para aumentar a fatia de mercado das empresas. Várias técnicas de gestão têm sido empregadas para avaliação dos impactos ambientais dos produtos, dentre as quais a Análise do Ciclo de Vida (ACV), que estuda a complexa interação entre o produto e o meio ambiente.

O estudo do ciclo de vida de um produto compreende as etapas que vão desde a retirada da natureza das matérias-primas elementares que entram no sistema produtivo, incluindo as operações industriais e de consumo, até a disposição final do produto quando se encerra a sua vida útil (CHEHEBE, 1998). Esta análise possibilita uma maior geração de informações ambientais sobre o produto ou processo, permitindo intervenções em cada etapa da produção.

Para descrever as etapas é necessário construir uma planilha de balanço de massa e energia, calculando-se automaticamente a geração de resíduos sólidos, efluentes líquidos e as emissões gasosas. Com dados obtidos pela ACV é possível determinar a quantidade de recursos naturais necessários, o consumo de energia e os resíduos gerados no processo. Alguns trabalhos, (KBA, 2000), tratam a ACV como uma técnica de análise de recursos e perfis ambientais dos produtos, utilizada para avaliação e tomada de decisão a nível de gerência, visando a melhoria da qualidade do produto e a conservação ambiental.

As principais fases da análise do ciclo de vida de um produto, segundo (CHEHEBE, 1998), são as seguintes etapas:

- ✓ a definição de objetivo e escopo – são consideradas as principais razões para a realização do estudo e seu público alvo, abrangências e limites, a unidade funcional, a metodologia, os procedimentos necessários para garantia da qualidade dos resultados, a escolha dos parâmetros ambientais, a escolha do método de agregação, evolução do trabalho e a estratégia para coleta de dados;

- ✓ análise do inventário – são realizadas a coleta e a quantificação de todas as principais variáveis envolvidas no ciclo de vida do produto; simultaneamente são obtidas as informações nas empresas, na literatura e nos bancos de dados especializados. Nesta etapa também são desenvolvidos os balanços de massa e energia no sistema produtivo.
- ✓ avaliação dos impactos – a proposta de avaliação dos impactos é compreender e avaliar a ordem de grandeza e a significância dos impactos ambientais através da análise do inventário. Nesta etapa é feita a classificação, caracterização e a valoração dos dados coletados.
- ✓ interpretação – nesta etapa é feita a identificação e análise dos resultados obtidos nas fases de inventário e avaliação de impactos de acordo com o objetivo e escopo do estudo, são estabelecidas as prioridades e identificadas as oportunidades para a redução do ônus ambiental.
- ✓ revisão crítica – é uma avaliação independente do estudo da ACV de produtos para se determinar a sua validade e credibilidade. A revisão crítica é responsável pela obtenção de respostas de questões primordiais sobre o estudo como, por exemplo, determinar se os métodos usados são adequados tecnicamente, se os dados utilizados são razoáveis e apropriados, se as conclusões são válidas e se o estudo é transparente e consistente.

3.2.3. Legislação

A inclusão de um capítulo dedicado exclusivamente ao meio ambiente na Constituição Federal de 1988 (artigo 225) e sua menção em diversos outros artigos e incisos abriram espaço jurídico e institucional para uma ação cada vez mais intensa do Estado em termos de regulamentação, execução e fiscalização. Essa ação veio a consolidar a Política Nacional do Meio Ambiente e seus instrumentos e, posteriormente, a Política Nacional de Recursos Hídricos – Lei nº 9.433 de 08/01/1997 –, que é regulamentação do artigo 21, inciso XIX da Constituição Federal.

Segundo SOUZA, 2000, quanto à tutela, a Constituição Federal de 1988 menciona que “todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo para as presentes e futuras gerações”. Também estipula que a competência formal (legislar) é concorrente aos seguintes entes da Federação: União, Estados e Distrito Federal, segundo o artigo 24, observados os âmbitos e o estabelecimento de normas gerais e específicas definidas nos parágrafos do referido artigo. Da mesma maneira, o artigo 30 contempla a participação dos municípios em legislar sobre os assuntos de interesse local e suplementar a legislação federal e estadual no que couber.

Quanto à competência material (fiscalizar e zelar), segundo o artigo 23 da Constituição Federal de 1988, cabe a todos os entes da Federação, ou seja, União, Estados, Distrito Federal e Municípios, proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas, preservar as florestas, a fauna e a flora, em comum competência.

A Política Nacional do Meio Ambiente, estabelecida pela Lei Federal nº 6.938 de 31/08/1981, expressa em seus princípios e objetivos as premissas do desenvolvimento sustentável. Também dispõe de instrumentos e do sistema de operacionalização dos objetivos, o SISNAMA (Sistema Nacional de Meio Ambiente). Assim, para sua operacionalização, esta política dispõe de alguns instrumentos para a implementação de seus objetivos, os quais devem atender aos princípios da própria política e, portanto, não devem ser entendidos, analisados ou mesmo implementados de maneira isolada (SOUZA, 2000).

São instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente os definidos pelo artigo 9º da Lei nº 6.938 de 31/08/1981 e através da redação dada pelo Decreto nº 99.224 de 06/06/1990, são eles:

- I – o estabelecimento de padrões de qualidade ambiental;
- II – o zoneamento ambiental;
- III – a avaliação de impactos ambientais;
- IV – o licenciamento e a revisão de atividades efetivas ou potencialmente poluidoras;
- V – os incentivos à produção e à instalação de equipamentos e a criação ou absorção de tecnologia voltada para a melhoria da qualidade ambiental;

VI – a criação de espaços territoriais especialmente protegidos pelo poder público federal, estadual e municipal, como áreas de proteção ambiental, de relevante interesse ecológico, e reservas extrativistas;

VII – o sistema nacional de informações sobre o meio ambiente;

VIII – o cadastro técnico federal de atividades e instrumentos de defesa ambiental;

IX – as penalidades disciplinares ou compensatórias ao não cumprimento das medidas necessárias à preservação ou à correção da degradação ambiental;

X – a instituição do relatório Qualidade do meio ambiente, a ser divulgado anualmente pelo IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis);

XI – a garantia da prestação de informações relativas ao meio ambiente, obrigando o poder público a produzi-las, quando inexistentes;

XII – o cadastro técnico federal de atividades potencialmente poluidoras e/ou utilizadores dos recursos ambientais.

No âmbito da regulamentação ambiental brasileira avanços significativos foram feitos nos últimos anos, desde o estabelecimento do Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA) em 1981. Entretanto, o baixo nível de cumprimento desses instrumentos legais ainda é preocupante e se traduz na manutenção dos altos índices de poluição e degradação ambiental em todo o país. O panorama desse nível de cumprimento dos instrumentos legais na área ambiental de um modo geral e mais especificamente com a indústria, foi recentemente apresentado pelo Ministério do Meio Ambiente, através da primeira versão do Perfil Nacional da Gestão de Substâncias Químicas.

Neste documento nota-se a falta de preparo dos Órgãos Estaduais de Meio Ambiente (OEMAs) nessa matéria, onde pelo menos três instrumentos legais pertinentes a estes órgãos foram considerados fracos quanto ao nível de cumprimento, são eles:

- ✓ Resolução CONAMA 001-A de 23/01/86, sobre Produtos Perigosos, estabelecendo que para o transporte de produtos perigosos os OEMAs deverão, quando conveniente, adotar medidas especiais em conjunto com os órgãos de trânsito;

- ✓ Resolução CONAMA 006, de 15/06/1988 (substituída pela resolução CONAMA 313, de 29/10/2002), sobre Resíduos Industriais, que incumbe os órgãos de meio ambiente a realização do Inventário Nacional de Resíduos Industriais;
- ✓ Resoluções CONAMA 005, de 23/11/1985 e Resolução CONAMA 014, de 18/03/1986, sobre Pentaclorofenol e Pentaclorofenato de Sódio, que submete as atividades de transporte, estocagem e uso dessas substâncias a prévio licenciamento pelos OEMAs.

De acordo com o que foi estabelecido na Resolução CONAMA N° 313, de 29/10/2002, que revogou a resolução anterior (06/1988) e dispõe sobre o inventário nacional de resíduos sólidos industriais, os Estados têm o prazo de 02 anos, a partir da data de publicação da referida resolução, para apresentarem os dados de seus inventários de resíduos industriais ao IBAMA, gestor do inventário nacional. Os inventários estaduais devem ser atualizados a cada 02 anos e para essa demanda os OEMAs deverão estar preparados técnica e financeiramente. Uma das recomendações é vincular a atualização periódica das informações sobre a geração de resíduos industriais aos processos de licenciamento ambiental e suas renovações, os quais devem ser informatizados, de modo a alimentar e manter dinâmico o banco de dados ambientais. Com essa medida seria possível favorecer uma atualização sistemática do banco de dados dos OEMAs quanto ao desempenho ambiental das atividades industriais de cada Estado. A Resolução CONAMA N° 313 prevê, ainda, que no prazo de 03 anos (2005) os Estados deverão contar com seus respectivos Programas de Gerenciamento de Resíduos Industriais e a União deverá apresentar o Plano Nacional de Gerenciamento de Resíduos Industriais até 2006.

3.2.4 – Os órgãos estaduais de meio ambiente

O principal programa em execução pelo Ministério do Meio Ambiente e pelos OEMAs, no campo dos resíduos sólidos industriais, corresponde aos Inventários Estaduais. Este programa visa a obter dados setoriais e globais sobre a geração destes resíduos, para desenvolver políticas ambientais e um plano nacional de tratamento e disposição final. Contudo, o risco da Resolução CONAMA n° 313 de 2002 não

produzir os resultados esperados tem que ser considerado. De acordo com técnicos que atuam na área ambiental no País, os OEMAs, encarregados do licenciamento, supervisão e fiscalização dos regulamentos ambientais, padecem de problemas crônicos de falta de recursos financeiros, materiais e de equipe especializada em temas que incluem a questão dos resíduos sólidos e poluição industrial.

O que se observa, com raras exceções, é que os instrumentos da gestão da poluição no Brasil são o licenciamento ambiental, acompanhado por um baixo nível de monitoramento e fiscalização. O licenciamento é realizado de forma burocrática e a intervenção se dá em forma pontual ao nível dos poluidores individuais em vez de orientar na direção da busca por melhorias ambientais efetivas.

Além de exercer o poder de polícia, os OEMAs precisam modernizar-se, estar cada vez mais preparados para uma ação menos burocrática quanto aos processos de licenciamento ambiental e atuar em colaboração com a indústria, recorrendo a uma combinação de incentivos, educação e informação sobre a regulamentação e as opções técnicas disponíveis.

Uma análise de técnicos do Banco Mundial, em relatório apresentado ao Governo do Brasil em 1998, sobre a gestão dos problemas de poluição no país, apontou que, as OEMAs sofreram grave declínio nos últimos anos, refletida nos crescentes cortes de recursos humanos e materiais, e da deterioração das condições de trabalho. Entre as estratégias recomendadas para a área de poluição industrial no Brasil o relatório destaca, entre outras:

- ✓ A divulgação pública e a disseminação de dados sobre emissões, bem como uma classificação do desempenho ambiental da indústria, como instrumento importante para promover o controle da poluição e recorrer, cada vez mais, a metas negociadas de redução das emissões;
- ✓ Redução dos riscos envolvidos nos investimentos privados de teor ambiental, riscos esses causados pela regulamentação sem fiscalização e pela diferença entre a legalidade e a realidade;
- ✓ Um claro contexto de regulamentação para o setor de serviços ambientais (tratamento de águas servidas e gestão de resíduos perigosos, entre outros), com garantias governamentais de fiscalização, reduzindo, assim, as barreiras de investimentos nessas áreas.

Outro problema é que não se conhece (à exceção de alguns estados como São Paulo e Rio Grande do Sul, por exemplo), nem se monitora efetivamente em todo o território nacional o passivo ambiental representado pelo estoque de substâncias tóxicas ou resíduos perigosos. Também não há um mapeamento atualizado de áreas de risco nos Estados e a seqüência de graves acidentes ambientais, como o vazamento de produtos tóxicos, oriundos de uma indústria de papel, no Rio Pomba em Minas Gerais e a conseqüente contaminação do Rio Paraíba do Sul, mostra o despreparo dos Estados para prevenir e combater acidentes (WWF Notícias, 02/04/2003).

3.2.5. Os índices de geração de resíduos sólidos industriais no Brasil

O trabalho de CASTRO NETO, 1987, baseado em uma pesquisa bibliográfica e levantamento de dados em 86 indústrias metalúrgicas, foi o primeiro modelo desenvolvido no Brasil para estimar um índice de geração de resíduos sólidos industriais. Pretendeu estabelecer modelos matemáticos que permitissem identificar, com a maior precisão possível, a quantidade e a qualidade dos resíduos sólidos industriais gerados nas indústrias metalúrgicas de pequeno, médio e grande porte.

Para determinação do modelo de geração de resíduos industriais foram formuladas três hipóteses de trabalho: a relação capital-trabalho de cada indústria apresenta uma certa similaridade para os grupos de atividade, ou seja, as diferenças em tecnologia de processos não eram significativas a ponto de influenciar as quantidades geradas; o processo aleatório de escolha das unidades permitiria o conhecimento das similaridades e particularidades dos indivíduos e; a existência de uma relação funcional entre mão-de-obra empregada e a quantidade de resíduos gerados, quando aplicada ao conjunto de indústrias.

A produção de resíduos sólidos pode ser explicada pelo número de seus funcionários, porém até aquele momento não havia nenhuma especificação sobre qual seria esta relação. Qualquer que seja a especificação, ela deveria ser tal que, quando o número de funcionários tender a zero, a produção de resíduos sólidos também tenderia a esse valor. Da mesma maneira, admitiu que quanto maior for o número de funcionários, maior seria a quantidade de resíduos sólidos gerados, pois sem dúvida, para um mesmo tipo de processo, quanto maior o número de funcionários, maior seria o porte da indústria e maior seria a quantidade gerada.

Segundo o referido autor, os modelos matemáticos, tendo como variável independente a mão-de-obra empregada apresentam resultados satisfatórios mesmo considerando todas as dificuldades e limitações encontradas. Recomenda que devido à relativa facilidade de obtenção de seus parâmetros e da sua aplicação, que esse tipo de modelagem seja estendida aos outros grupos industriais.

Porém, vale ressaltar que, apesar dos resultados satisfatórios obtidos à época, as diferenças tecnológicas e a diversidade de processos podem influenciar significativamente na geração do índice através da mão-de-obra empregada para as diversas atividades industriais. Portanto é importante a realização de estudos específicos para modelos voltados a cada setor industrial.

Atualmente a FEPAM (Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente), órgão de meio ambiente do estado do Rio Grande do Sul, vem desenvolvendo uma metodologia de estimativa direta das quantidades de resíduos industriais, emissões gasosas e efluentes líquidos gerados por segmento industrial selecionado. Para o caso dos resíduos sólidos, índices de geração são definidos a partir das informações constantes em seu banco de dados do licenciamento ambiental e da tabulação das Planilhas Trimestrais de Resíduos Sólidos Industriais, alimentadas pelas indústrias e enviadas à FEPAM regularmente.

A metodologia da FEPAM, apresentada no documento: Diagnóstico da Poluição Gerada pelas Indústrias na área da Bacia Hidrográfica do Guaíba – 1997, adotou os seguintes critérios:

- 1) para aquelas tipologias industriais em que foi possível trabalhar com uniformidade de unidades de produção industrial (tonelada ou m^3) foram criados índices de geração de resíduos por unidade de produto. Assim os índices foram expressos em toneladas por unidade de produto ou em m^3 por unidade de produto. Nesta categoria foram considerados índices de geração para alguns resíduos selecionados.

Resíduos Classe II:

A0080	resíduo de borracha	A0083	espumas
A0081	resíduo de EVA	A0090	serragem de madeira
A0082	resíduo de PU	A0111	cinzas de caldeira

A0121	escória de fundição	A0994	carnaça
A0130	escória de aciaria	A0995	resíduo orgânico de processo
A0160	areia de fundição		
A0180	resíduo sólido composto de minerais não-metálicos	A0997	serragem, farelo e pó de couro atanado
A0991	aparas salgadas	A0998	lodo de caleiro
A0993	retalhos de couro atanado	A1002	casca de arroz

Resíduos Classe I:

D0091	aparas e retalhos com cromo
D0092	serragem, farelo e pó com cromo
F0030	óleo usado (gasto)
K0051	borra oleosa da petroquímica
K0081	lodo de ETE (estação de tratamento de efluentes) de produção de tintas
K0781	resíduo e lodo de tinta
ORPP	outros resíduos perigosos de processo

As tipologias industriais para as quais a FEPAM apresentou índice de geração de alguns desses resíduos acima, relacionados com a unidade de produção foram:

1 – Siderurgia	9 – Curtume
2 – Fundição	10 – Acabamento de couros
3 – Serraria	11 – Fabricação de artefatos de couros, peles e similares
4 – Fabricação de celulose	12 – Fabricação de produtos derivados do processo de petróleo
5 – Fabricação de papel e papelão	13 – Re-refino de óleos lubrificantes
6 – Fabricação de pneumáticos	14 – Refinaria de petróleo
7 – Fabricação de espumas de borracha	27 – Beneficiamento de grãos e cereais
8 – Fabricação de artigos diversos de borracha	

- | | |
|--|--|
| 28 – Fabricação de conservas vegetais | 22 – Fabricação de artefatos de acrílico |
| 29 – Fabricação de doces em pasta | 23 – Beneficiamento de fibras |
| 30 – Matadouro e/ou frigorífico | 24 – Fiação e tecelagem |
| 31 – Abatedouro de suínos | 25 – Fabricação de calçados |
| 32 – Abatedouro de aves | 26 – Fabricação de artefatos ou
componentes para calçados |
| 33 – Abatedouro de aves e embutidos | |
| 34 – Fabricação de embutidos | |
| 35 – Fabricação de pescado | 41 – Fabricação de farinha de osso |
| 36 – Fabricação de produtos derivados do
leite | 42 – Refino de óleos vegetais comestíveis
e derivados |
| 37 – Posto de resfriamento de leite | 43 – Fabricação de vinhos e/ou derivados |
| 38 – Fabricação de massas, bolachas e
biscoitos | 44 – Fabricação de cervejas, chopp e
maltes |
| 39 – Fabricação de produtos alimentares
diversos | 45 – Fabricação de bebidas não-
alcoólicas |
| 40 – Fabricação de rações | 46 – Fabricação de refrigerantes |
| 15 – Fabricação de espumas | 47 – Fabricação de sucos |
| 16 – Produção de óleos e gorduras vegetais
e animais em bruto | 48 – Fabricação de álcool |
| 17 – Fabricação extrativa de tanino vegetal | 49 – Fabricação de fumos e correlatos |
| 18 – Fabricação de tintas e correlatos | 50 – Fabricação de artigos desportivos |
| 19 – Fabricação de material plástico para
uso industrial | 51 – Laboratório de testes físico-
químicos em couro |
| 20 – Fabricação de embalagem plástica | |
| 21 – Fabricação de artigos plásticos | |

2) para aquelas tipologias industriais onde foi difícil trabalhar com índices de geração de resíduos em função da unidade de produto (devido a grande variedade de produtos, como é o caso da indústria metal-mecânica e fabricação de móveis ,por exemplo) a FEPAM criou índices de geração média de resíduos por porte econômico e ramo industrial. Na classificação por porte econômico, as tipologias ou ramos industriais foram subdivididos em três modalidades: micro-empresas, empresa de pequeno porte e geral, sendo essa última as de médio e grande porte, de acordo com o perfil de faturamento (QUADRO 1).

QUADRO 1 – Subdivisão do porte das indústrias.

MODALIDADE	FATURAMENTO ANUAL
Micro-empresa	Até 7.000 UPF *
Empresa de pequeno porte (EPP)	Entre 7.000 e 100.000 UPF
Geral	Acima de 100.000 UPF

* UPF: Unidade Fiscal da Secretaria de Fazenda do Rio Grande do Sul (semelhante a antiga UFIR do Governo Federal).

Fonte: Inventário de resíduos sólidos industriais do Rio Grande do Sul – FEMA.

Os resíduos selecionados e para os quais foram apresentados índices médios de geração (expressos em toneladas/ano ou m³ / ano) para os seguintes ramos industriais, em pelo menos uma categoria de porte econômico, são:

Resíduos Classe II

A0040	sucata de metais
A0090	serragem de madeira
A0990	outros resíduos de processo

Resíduos Classe I

D0096	resíduo perigoso de varrição
F0030	óleo usado (gasto)
K0781	resíduo de lodo de tinta(cabine de pintura)

As tipologias industriais para as quais existe um índice de geração de resíduos em função do porte econômico foram:

1 – Fabricação de estruturas e/ou esquadrias metálicas	5 – Recuperação de embalagens metálicas
2 – Fabricação de artefatos de aramados	6 – Fabricação de artigos de cutelaria e ferramentas manuais
3 – Funilaria, estamparia e latoaria	7 – Fabricação de armas
4 – Fabricação de recipientes metálicos	8 – Têmpera e cementação de aço

- | | |
|--|--|
| 9 – Metalurgia com galvanoplastia | 17 – Fabricação de aparelhos elétricos, peças e acessórios |
| 10 – Fabricação de artigos diversos de metal | 18 – Fabricação de veículos automotores |
| 11 – Fabricação de máquinas para instalações hidráulica e térmicas | 19 – Fabricação de autopeças |
| 12 – Fabricação de máquinas/implementos para agricultura | 20 – Fabricação de carrocerias para veículos automotores |
| 13 – Fabricação de máquinas diversas | 21 – Fabricação de móveis de metal com galvanoplastia |
| 14 – Fabricação de peças e acessórios para máquinas diversas | 22 – Fabricação de móveis |
| 15 – Fabricação de máquinas para produção e distribuição de energia elétrica | |
| 16 – Fabricação de material elétrico | |

Segundo a FEPAM, tais índices e valores médios de geração de resíduos industriais vêm sendo constantemente atualizados e checados. Quando utilizados em setores específicos para verificação da margem de erro, os resultados são bastante satisfatórios; entretanto, deve-se considerar que para determinados setores industriais as diferenças de processo acarretam alterações significativas na geração dos resíduos.

A aplicação generalizada desses índices para todo o setor produtivo industrial nacional, numa tentativa de buscar a estimativa da geração total de resíduos industriais no país, apresenta muitas limitações. Inicialmente, há que se fazer uma compatibilização entre as classificações das indústrias: o IBGE utiliza a Tabela CNAE e a FEPAM utiliza uma nomenclatura própria não correspondente aos códigos CNAE. Não há uniformidade, também, entre as unidades de produto acabado e a listagem de resíduos sólidos industriais é bastante reduzida.

3.2.6. Índices de geração de resíduos industriais: a experiência internacional

No Brasil, a única entidade que efetivamente conseguiu avanços significativos na identificação de indicadores de gestão foi a FEPAM, mas em função de uma série de limitações, inclusive nas unidades de medida da produção das várias indústrias, os

indicadores foram estabelecidos apenas em alguns segmentos industriais. Em outros segmentos, que se caracterizavam pela ampla diversidade de produtos ou que registravam a produção em número de unidades (ao invés de unidades de peso ou volume), os indicadores foram estabelecidos por porte industrial, sendo muito menos confiáveis do que os primeiros (que se relacionam diretamente à produção).

O documento do Banco Mundial, intitulado *Pollution Prevention and Abatement Handbook*, de 1998, afirma que não se deve aportar grandes esforços em refinar números sobre a estimativa da geração de resíduos, embora reconheça a necessidade de se ter acesso a essa informação para efeito de planejamento das ações. Estimativas são, em geral, pouco confiáveis, por diversas razões.

Normalmente, quando não se tem dados disponíveis sobre a quantidade de resíduos gerados, recorre-se a técnicas de estimativa desse indicador buscando relacionar geração de resíduos com número de funcionários ou com o faturamento da empresa. As distorções podem ser grandes, principalmente porque estes modelos não incluem variáveis importantes como tecnologia e eficiência da empresa, como observado pelo CEPIS (Centro Pan-americano de Engenharia Sanitária e Ciências do Ambiente, órgão da OPAS-OMS, sediado em Lima, Peru) no seu relatório de avaliação do sistema INVENT, que consiste num programa de computador desenvolvido por uma empresa europeia para o Banco Mundial visando estimar a quantidade de resíduos a partir do número de funcionários. Para o CEPIS, a relação *geração de resíduos x produção industrial* tem se mostrado mais adequada e próxima da realidade.

Um aspecto interessante sobre estimativas da geração de resíduos industriais diz respeito à natureza elástica dessa geração. Elevação dos custos reais de disposição final podem reduzir dramaticamente sua geração ou, como ainda é comum, ampliar áreas de estoque de material tóxico, aumentando o passivo ambiental, ou ainda, induzir práticas criminosas de descarte clandestino, implicando em riscos de contaminação ambiental e contra a saúde e segurança humanas e animal. Outros fatores como recessão econômica e ações de melhoria do desempenho ambiental das empresas, através da minimização de resíduos, reciclagem, reutilização e da introdução de tecnologias limpas, também impactam nas quantidades de resíduos inicialmente estimadas. Ainda de acordo com o Banco Mundial, a experiência mostra que os resíduos que chegam a uma unidade de tratamento ou disposição final são, em alguns casos, apenas um terço da estimativa de geração calculada.

No âmbito internacional é difícil identificar sistemas completos que reúnam indicadores de geração de resíduos em todos os segmentos industriais, os chamados *waste factors* (indicadores de geração de resíduos industriais) encontram-se em etapa preliminar de estabelecimento. Quando identificados estes indicadores contemplam alguns setores industriais específicos e sempre estão condicionados a características próprias do processo industrial utilizado, da matéria-prima, da fonte de energia, do nível de automação e até das peculiaridades da mão-de-obra. Vale notar que todo *waste factor* leva em conta a quantidade de resíduos (massa ou volume) e não a qualidade do resíduo (toxicidade).

A Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OECD), adotou no início da década de 90, alguns coeficientes para estimar de forma indireta a geração de resíduos perigosos em função do PIB, do valor da produção para cada setor da indústria ou por unidade de população (per capita). Na prática, a faixa de geração de resíduos perigosos per capita tem variado entre 50 kg/per capita/ano a 120 kg/per capita/ano. Esses coeficientes só são válidos para regiões altamente industrializadas, de economia mista e não para aquelas dominadas por uma única atividade.

Simulações da aplicação de um desses coeficientes à realidade brasileira, mostram que para os dados obtidos no inventário de resíduos sólidos industriais do Paraná (quarto maior parque industrial brasileiro em número de unidades industriais e quinto em valor da produção) obtém-se uma taxa de geração de 66 kg/per capita/ano, dividindo a quantidade de resíduos perigosos (634.543t) pela população total (9.563.458 habitantes, IBGE, 2000). Essa taxa de geração é aparentemente compatível com as características do parque industrial paranaense, diversificado e com boa presença do setor químico.

Em 1987, depois de um amplo trabalho em 200 mil indústrias americanas, foi desenvolvido o IPPS (The Pollution Projection System, realizado pelo Infrastructure and Environment Team, do Development Research Group do Banco Mundial), que considera o tipo de segmento industrial. O IPPS busca calcular o nível de emissões tóxicas por setor industrial e não a quantidade de resíduos (massa e volume). Estes indicadores vêm sendo utilizados para a realização de estimativas globais de emissões tóxicas em diversos países, sobretudo em países em desenvolvimento.

O estudo americano estabeleceu os indicadores a partir de dois tipos de dados básicos iniciais: a receita proveniente da produção e o número de empregados dos setores industriais. Foram realizadas análises isoladas, considerando separadamente

estes dois setores. A conclusão final foi que havia uma grande consistência nos resultados, quer fossem tomados os dados de produção ou número de empregados, isto é, foi praticamente indiferente a utilização de qualquer destes dois critérios. Porém os autores recomendaram a utilização dos dados correspondentes ao número de empregados, pelo fato da aplicação ser mais simples.

O Banco Mundial desenvolveu trabalho contemplando 36 atividades industriais prioritárias, com o objetivo de orientar as indústrias para que sejam mais eficientes e gerenciem melhor seus impactos ambientais, minimizando-os, mitigando-os ou eliminando-os. Este trabalho consta do documento *Pollution Prevention and Abatement Handbook* de 1998 e se concentra em setores que podem ser considerados mais poluentes. Porém, este se limita a apresentar, para cada indústria estudada, as faixas de geração máxima e mínima de alguns resíduos sólidos, efluentes e emissões mais significativas do ponto de vista de volume gerado ou grau de periculosidade. Não são apresentados índices de geração de resíduos por unidade de produto, mas sim faixas de geração de resíduos por unidade de produto.

O foco do Banco Mundial neste documento se concentra nos poluentes, ou seja, nas emissões de substâncias tóxicas e não na geração de resíduos propriamente dita. Para algumas tipologias industriais são apresentados alguns índices de geração (relacionando a geração global de resíduos sólidos por tonelada de produto), mas em outras indústrias só se menciona o resíduo (por exemplo, catalizadores, escória, lodos), sem quantificá-los. Pode-se considerar que o trabalho do Banco Mundial fornece informações relevantes para a produção mais limpa e para a definição de políticas públicas nessa área.

Apesar de não haver uma metodologia ampla para índices de geração de resíduos industriais, existem avanços consideráveis em vários países na identificação dos *emission factors* que procuram medir a emissão de substâncias tóxicas nos diversos meios (ar, água e solo). Estes avanços decorrem da adoção da metodologia identificada como PRTR (*Pollution Release Transfer Register*, que implicam numa redistribuição de tarefas entre os agentes, prestigiando uma participação mais intensa do setor industrial). Tudo indica que a implementação do PRTR em diversos países tem sido efetivamente responsável por uma evolução no controle dos diversos aspectos relacionados ao meio ambiente, privilegiando a identificação de indicadores de qualidade e, portanto não correspondem a *waste factors*. A seguir é colocado um maior detalhamento do PRTR.

3.2.6.1. Principais Características do Programa PRTR e suas metodologias

A Agenda 21, 1992, estabeleceu que as indústrias devem fornecer os dados relacionados à produção de substâncias que representem riscos potenciais para a saúde humana ou para o ambiente. Estes dados devem ser disponibilizados para as autoridades nacionais e outras entidades interessadas na prevenção de riscos ambientais e ao público em geral, levando em conta aspectos relacionados à confidencialidade, quando legítima.

O PRTR surgiu como uma consequência a estas recomendações e consiste em uma base de dados ambiental ou um inventário das emissões potencialmente perigosas que podem afetar os distintos meios: solo, água e ar. As emissões correspondentes são informadas periodicamente, detalhando volumes, frequência e destino das substâncias poluentes (ar, água e solo).

O modelo adotado pelo PRTR pode variar de país para país, em função das necessidades, condições, objetivos ambientais e prioridades nacionais. Em consequência a concepção e a operação do PRTR pode ser distinta, em diferentes países. Não obstante, existem muitas semelhanças entre os modelos de PRTR em execução ou desenvolvimento, entre estas destacam-se: todos os modelos contam com uma lista de substâncias químicas ou poluentes; relatórios integrados que reportam as emissões e as transferências ocorridas nos vários meios (ar, água e solo); alimentação periódica de dados pelas diversas fontes geradoras (indústria); e disponibilização de dados à sociedade.

Entre os benefícios do PRTR, destacam-se:

- ✓ a possibilidade do governo monitorar o progresso de redução de poluição e estabelecer metas;
- ✓ viabiliza a análise crítica das políticas adotadas, permitindo ajustes e correções de rumo quando os resultados não se mostram suficientemente satisfatórios;
- ✓ possibilita a definição de prioridades pontuais e a introdução de tecnologias para incrementar a produção mais limpa;
- ✓ viabiliza o estabelecimento de parâmetros de performance ambiental nas indústrias;

- ✓ os registros de acidentes ambientais podem ser utilizados para planejar ações minimizando riscos pelo melhor conhecimento dos tipos de emissões que podem ocorrer em situações de emergência;
- ✓ facilita a concepção e aprovação de projetos em função do conhecimento detalhado das possíveis consequências ambientais;
- ✓ poderá ser utilizado como fonte de informações para permitir a liberação de financiamentos internacionais quando a aprovação for condicionada a aspectos ambientais e;
- ✓ poderá também ser utilizado para orientar a pesquisa e o desenvolvimento de tecnologias visando a prevenção da poluição, reciclagem, recuperação e o reuso de resíduos.

Entre os benefícios para a indústria temos que:

- ✓ a coleta de dados sobre as emissões e as transferências, podem ajudar as empresas a reduzir perdas e aumentar receitas;
- ✓ pode estimar o uso mais eficiente das substâncias químicas e a recuperação de materiais ou substituição de matérias primas;
- ✓ facilita a obtenção de certificados de qualidade das séries ISO, estabelecendo padrões e assegurando maior uniformidade nas informações;
- ✓ a disponibilidade das informações motiva o desenvolvimento de novas tecnologias de P + L, que se tornam acessíveis aos industriais mais rapidamente e em forma mais eficiente;
- ✓ permite a realização de estudos comparativos entre diversas indústrias nacionais e internacionais, identificando discrepâncias e oportunidades para melhoria dos processos produtivos;
- ✓ o PRTR oferece ao setor privado a oportunidade de transmitir informações ao público que favoreçam uma melhor imagem da empresa perante a sociedade;
- ✓ a disponibilidade das informações geradas pela indústria no âmbito do PRTR têm sido utilizadas pelos investidores internacionais na avaliação do comportamento ambiental das empresas, como parte da avaliação global das empresas.

Segundo a Fundação Getulio Vargas, 2003, em 1993 a OECD iniciou trabalhos, com a participação do setor governamental e industrial, visando desenvolver um Guia (Guidance Manual for Governments) para os governos que desejassem implementar um PRTR. Em 1996, com sua publicação foram estabelecidos vários princípios básicos que orientam o desenho do PRTR System: o gerenciamento ambiental, a participação e o relacionamento com as partes interessadas ou afetadas, os riscos, o manejo e gerenciamento da base de dados e os compromissos a serem estabelecidos entre as partes.

Em 1999 a OECD iniciou o PRTR Release Estimation Techniques (RETs), que tem por finalidade identificar, selecionar e aplicar diferentes técnicas para estimar a geração de resíduos em fontes específicas, difusas (agricultura e transporte) e provenientes de transferência (aterros sanitários, incineradores etc). Estas técnicas são consideradas um ponto chave no PRTR e permitem às indústrias calcular as emissões. As técnicas e as informações correspondentes são acessíveis internacionalmente aos países que pretendem implementar o PRTR.

No ano 2000, os países que haviam implementado ou estavam desenvolvendo o PRTR eram: Austrália, Áustria, Bélgica, Canadá, República Checa, Dinamarca, Finlândia, Hungria, Irlanda, Itália, Japão, Coréia, México, Holanda, Noruega, Suécia, Suíça, Inglaterra, e Estados Unidos. Outros países se agregaram, mais recentemente, como o Egito, África do Sul e Eslováquia. Estes países que desenvolveram o PRTR estão ajudando os países membros e não membros a implementar ou conhecer seus sistemas, compartilhando informações e lições aprendidas.

3.2.7. Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais

A Resolução CONAMA nº 006, de 16/06/1988, já determinava a realização de inventários estaduais de resíduos sólidos industriais em todo o país. Muito pouco foi realizado nesse sentido, restringindo-se a algumas ações isoladas de Estados do Centro-Sul, notadamente São Paulo, Rio de Janeiro e Rio Grande do Sul. Como consequência não havia no país estatísticas nacionais sobre a geração dos resíduos sólidos industriais (fontes geradoras, tipologias e volumes) nem informações consistentes sobre seu gerenciamento.

Em 2000, a Secretaria de Qualidade Ambiental (SQA) do Ministério do Meio Ambiente, com apoio do IBAMA e do Fundo Nacional do Meio Ambiente (FNMA), desenvolveu e iniciou a implementação de um Programa Nacional de Inventários de Resíduos Sólidos Industriais em todo o país. Numa primeira etapa, foram aprovados os projetos de 12 Estados (PR, MT, ES, MG, PE, CE, GO, RS, RN, MS, AP e PB). Duas condições foram essenciais para o desenvolvimento desses projetos:

- ✓ a definição e difusão de uma metodologia única (atualmente baseada na experiência da FEPAM, órgão de meio ambiente do Rio Grande do Sul) para a realização dos inventários de resíduos sólidos industriais; tal medida facilitará comparações futuras dos resultados entre Estados e a sistematização dos dados nacionais;
- ✓ a disponibilidade de recursos financeiros do FNMA (na faixa entre R\$150 mil e R\$300 mil, aproximadamente, por Estado), através da criação de uma linha temática específica para esse fim.

Praticamente todos os Estados que tiveram seus projetos aprovados junto ao FNMA contrataram os serviços de empresas de consultoria, local ou nacional, para realizar seus inventários. Fatores críticos de sucesso dessa iniciativa, além dos recursos financeiros e da metodologia padrão (formulários, software, criação de banco de dados, etc), são a fluidez e a qualidade da comunicação com o público alvo, através da montagem e manutenção de uma central de atendimento às indústrias, para dirimir dúvidas quanto ao preenchimento dos formulários, e a habilidade do órgão ambiental de mobilizar e articular todos os atores envolvidos.

O primeiro Estado a concluir seu inventário estadual, com recursos do FMNA e contrapartida do Governo Federal, foi o Paraná, em dezembro de 2002. O Rio Grande do Sul apresentou seu inventário em maio de 2003, e o Estado de Pernambuco em dezembro de 2003. Os outros Estados que participaram do Programa Nacional de Inventários de Resíduos Sólidos Industriais devem divulgar os inventários estaduais até o final de 2004.

QUADRO 2 – Panorama da Geração de Resíduos Sólidos Industriais no Brasil.

Unidade Federativa	GERAÇÃO DE RESÍDUOS (ton/ano)			
	Classe I	Classe II	Classe III	Total
São Paulo	535.615	25.038.167	1.045.895	26.619.677
Rio de Janeiro	293.953	5.768.562		6.062.515
Paraná	634.543,19	15.106.392,95		15.740.936,14
Minas Gerais	828.182	14.337.010		15.165.192
Rio Grande do Sul	189.203	2.174.682		2.363.885
Goiás	1.044.947	12.657.326		13.702.273
Pernambuco	81.583	7.267.936		7.349.519
TOTAL	3.608.026	83.395.970,95		-----

Fonte: MARTINS, 2004. Compilação de dados dos inventários estaduais.

O estudo elaborado pela Câmara de Comércio Brasil-Alemanha estima em 2,7 milhões de toneladas/ano a geração de resíduos perigosos no Brasil. Apesar dos dados constantes dos inventários estaduais disponíveis no momento estarem desatualizados, com exceção dos Estados de Minas Gerais, Pernambuco e Rio Grande do Sul que já entregaram os inventários atualizados, e não terem sido elaborados com a mesma metodologia, o que inviabiliza comparações, a geração de resíduos sólidos industriais perigosos (Classe I) já soma mais de 3,5 milhões de ton/ano apenas para os Estados listados no QUADRO 2. Desses Estados, quatro estão entre os seis maiores PIBs do país (SP e RJ inventários desatualizados, RS e PR com dados atualizados) e juntos representam 60% do PIB nacional. Ausência importante no referido quadro são as informações referentes ao Estado da Bahia, sexto PIB entre os Estados brasileiros, e detentor do 7º parque industrial em valor bruto da produção industrial.

Outro ponto que chama a atenção quando se observa os números apresentados na QUADRO 2, diz respeito à quantidade de resíduos perigosos (Classe I) apontada nos resultados do inventário de resíduos sólidos industriais do Paraná, quando comparada com Estados mais industrializados como São Paulo e Rio de Janeiro. Mesmo levando em conta as restrições que inviabilizam uma comparação direta e confiável entre os resultados de cada inventário disponível (de ordem metodológica ou períodos defasados em que foram realizadas as coletas de dados, etc), causa, no mínimo, curiosidade, o fato de que o Estado de São Paulo, responsável por quase 50% do valor bruto da produção

industrial nacional e detentor de um parque industrial diversificado (com forte presença das indústrias química, alimentos e bebidas, petroquímica, metalurgia básica, máquinas e equipamentos e automobilística) apresente uma geração de resíduos classe I (perigosos) quase 15% menor do que o Estado do Paraná (responsável por cerca de 6% do valor bruto da produção industrial nacional). Esta situação serve para ilustrar as debilidades nas estatísticas sobre geração e gerenciamento de resíduos sólidos industriais em todo o país e nos induz também a supor que a estimativa de geração de resíduos perigosos no país pode ultrapassar os **4 milhões de toneladas/ano**.

Outro aspecto é que as metodologias para realização de inventários de resíduos industriais privilegiam os maiores geradores de resíduos e o universo da amostra invariavelmente se concentra nas grandes e médias empresas e naqueles setores industriais mais representativos no PIB de cada Estado (química, petroquímica, metalurgia, metal-mecânico, alimentos e bebidas, e automotivo) que também apresentam cargas de poluentes mais elevadas. A experiência internacional mostra que pequenas e médias empresas também são fontes significativas de danos ao meio ambiente, à saúde e à segurança humanas.

Mesmo não dispondo de estatísticas confiáveis e consistentes, estima-se que as pequenas e médias empresas sejam responsáveis por até um terço da geração total de resíduos perigosos no mundo. Razões não faltam para que estas empresas apresentem baixo desempenho ambiental: falta de informações sobre o tema gestão ambiental, inclusive sobre legislação vigente; baixo nível de especialização dos empregados; falta de acesso a crédito para investir em inovações tecnológicas e de gestão, entre outras.

3.2.8. Inventários Estaduais de Resíduos Sólidos Industriais

Estado do Paraná (IAP – Diagnóstico, dezembro de 2002)

O primeiro Estado a terminar o inventário de resíduos industriais foi o Paraná, em dezembro de 2002, com um total de 683 empresas, sendo que 83,46% deste total respondeu efetivamente o formulário, gerando dados de 570 empresas inventariadas em 121 municípios. O levantamento foi realizado pelo IAP (Instituto Ambiental do Paraná) através do convênio com o IBAMA.

O inventário estabeleceu como período de referência, para o levantamento dos dados a serem apontados pelas empresas, um ciclo de 12 meses, sendo a data limite inicial janeiro de 2002. As atividades industriais previstas inicialmente para serem inventariadas foram: metalúrgicas e siderúrgicas; mecânica e material de transporte; química e petroquímica; preparação de couros; papel e celulose. Os critérios para a seleção das empresas basearam-se no porte das empresas, potencial gerador de resíduos perigosos, número de funcionários e atividades de interesse específico do Estado.

O inventário dos resíduos industriais envolveu as seguintes etapas:

- ✓ Pesquisa, definição e elaboração do banco de dados das empresas a inventariar;
- ✓ Estudo, avaliação, alterações e adequações do Programa original do IBAMA;
- ✓ Reavaliação, alterações e adequações do Manual de Instruções;
- ✓ Teste com 21 empresas (Teste Piloto) para ajustes do programa;
- ✓ Reavaliação e alterações na base da Listagem de Resíduos a partir dos dados das 21 primeiras Empresas;
- ✓ Envio, acompanhamento e controle do universo inventariado;
- ✓ Compilação dos dados estatísticos;
- ✓ Avaliação dos inventários: geral, por atividade e individual;
- ✓ Ajuste dos dados estatísticos (depuração e alterações);
- ✓ Elaboração de relatório final – Diagnóstico.

O programa que foi utilizado pelo IAP contou com:

- ✓ Uma relação base de 206 resíduos pré-definidos, havendo ainda a possibilidade de mais 40 resíduos extras, 20 perigosos e 20 não perigosos, classificados como Outros, utilizados para definição, pelo usuário, de resíduos não identificados na relação base.
- ✓ Destinos pré-definidos, num total de 40, desdobrando-se em inúmeros outros, se necessário, para o registro de outras formas de disposição, tratamento, reutilização, recuperação ou reciclagem. Códigos especificamente inseridos nas listagens de resíduos e destinos, que tratam-se de códigos criados ou alterados da relação original do IBAMA, e totalizam 23 códigos.

A avaliação considerou inicialmente, a base original dos dados enviados pelas empresas, compilados no banco de dados identificados para fins do inventário. A partir de relatórios gerenciais específicos, considerou para efeito de uma primeira checagem macro, a verificação dos dados relativos às 10 maiores empresas geradoras de resíduos sólidos, no período de referência, e às 8 maiores empresas geradoras de resíduos sólidos, em anos anteriores ao do período de referência. Após verificação, caracterizou em alguns casos, erros com dimensões que impactariam o resultado global do inventário, havendo, portanto, a necessidade de alterações substanciais na base de dados de algumas destas empresas, o que gerou um segundo banco de dados. Tendo como base este novo banco, iniciou uma avaliação mais detalhada e abrangente o que resultou em novas alterações, sendo estas de natureza diversa com vistas a corrigir distorções, discrepâncias, erros de interpretação e de apontamento.

As alterações citadas envolveram basicamente:

- ✓ Problemas de erro de apontamento de quilos ao invés de toneladas (erro que pode ser apontado como um dos mais freqüentes e que impactou enormemente os dados quantitativos);
- ✓ Problemas de distorções entre os vários destinos - Sem Destino, Destino Indústria e Destino Externo, tanto de interpretação do formulário (apontamento de uma mesma informação em dois ou mais destinos) como do uso adequado de cada destinação com relação aos destinos Indústria e Externo (Ex: Aterro Municipal dentro da indústria, Sucateiros intermediários dentro da indústria);
- ✓ Discrepâncias de quantidades na destinação (apontamento em quilos no total gerado e em toneladas no destino e vice-versa);
- ✓ Discrepâncias na classificação dos resíduos (Ex: uso do código de resíduo de serragem da indústria do couro para a serragem da indústria de madeira).

Para o total das 570 indústrias compiladas na estatística do IAP, após avaliação da base de dados, o total de resíduos sólidos gerados foi de 15.740.936,14 toneladas (quinze milhões, setecentos e quarenta mil, novecentos e trinta e seis toneladas e cento quarenta quilos).

A distribuição entre resíduos sólidos perigosos e não perigosos foi de:

Perigosos: 4,03% - **634.543,19 toneladas** (seiscentos e trinta e quatro mil, quinhentos e quarenta e três toneladas e cento e noventa quilos)

Não perigosos: 95,97% - **15.106.392,95** (quinze milhões, cento e seis mil, trezentos e noventa e duas toneladas e novecentos e cinquenta quilos).

A utilização da classificação de “Outros resíduos” em relação ao total inventariado (15.740.936,14 ton) distribui-se em:

Perigosos: 2,23% do total inventariado - **351.554,72 toneladas** (trezentos e cinquenta e um mil, quinhentos e cinquenta e quatro toneladas e setecentos e dois quilos);

Não perigosos: 56,45% do total inventariado - **8.885.198,21 toneladas** (oito milhões, oitocentos e oitenta e cinco mil e cento e noventa e oito toneladas e duzentos e dez quilos).

Quanto ao **destino** dado aos resíduos gerados no período de referência este apresentou a seguinte divisão:

Sem destino (armazenado na indústria) totalizou **350.456,49 toneladas** 2,23% do total;

Destino indústria (resíduos que tiveram seu destino na própria unidade industrial) totalizou **9.540.439,80 toneladas** - 60,61% do total;

Destino externo (resíduos que tiveram seu destino fora da unidade industrial) totalizou **4.125.690,39 toneladas** - 26,21% do total.

O relatório cita que o desvio apurado entre o total gerado e o total destinado foi de **10,95%** a menos. Isto é reflexo:

- ✓ do próprio formulário que não permitia apontamentos, para um determinado resíduo, de mais de um destinatário para um mesmo destino escolhido, sendo indicado neste caso o apontamento de um único destinatário com a quantidade correspondente apenas a este destinatário;

- ✓ de apontamentos efetuados por algumas empresas que não apontaram destino para seus resíduos como também, destinos a menor do que a quantidade indicada na referência do total gerado;

Destacam-se como os três maiores destinos:

Interno (os três destinos equivalem a 77,73%):

- ✓ utilização em caldeira (35,14%)
- ✓ outras formas de disposição (26,16%)
- ✓ fertirrigação (16,43%)

Externo (os três destinos equivalem a 60,85%):

- ✓ aterro industrial de terceiros (21,41%)
- ✓ fertirrigação (20,64%)
- ✓ incorporação em solo agrícola (18,80%)

Os resíduos freqüentemente apontados nos destinos acima citados foram:

- ✓ utilização em caldeira: bagaço de cana, resíduos de madeira, cascas de árvore etc;
- ✓ fertirrigação: vinhoto/vinhaça (resíduo líquido da indústria de açúcar e álcool);
- ✓ incorporação em solo agrícola: cinzas de caldeira, resíduo de torta de filtração da indústria de açúcar e álcool, lodo de estação de tratamento;
- ✓ outras disposições: a maior parte refere-se a xisto retornado (disposição em cavas de mina para reabilitação de área minerada).

Estado do Rio Grande do Sul (FEPAM, maio de 2003)

O trabalho apresenta os dados sobre a geração e a destinação de resíduos perigosos (Classe I) e resíduos não inertes ou não perigosos (Classe II), das indústrias localizadas no estado do Rio Grande do Sul, obtidos através do Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais, etapa Rio Grande do Sul, e das Planilhas Trimestrais de Resíduos Sólidos Industriais Gerados, obtidas nos processos de licenciamento na FEPAM. Foi realizado pela Fundação Estadual de Proteção Ambiental – FEPAM, órgão ligado à Secretaria do Meio Ambiente do estado do Rio Grande do Sul, coletando informações sobre geração, características, armazenamento, transporte e destinação dos resíduos sólidos gerados por determinadas tipologias industriais no parque industrial gaúcho. Todas as indústrias inventariadas têm processo de licenciamento na FEPAM.

Os dados foram coletados durante o ano de 2002 e demonstram a potencialidade da geração dos resíduos sólidos industriais no estado, bem como os resultados que as indústrias aí localizadas têm obtido através de seu gerenciamento. Para a realização do Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais foram selecionados os ramos industriais representativos no estado com potencial de geração de resíduos perigosos (Classe I), ou seja, os setores metalúrgico, do couro, mecânico, químico, de minerais não metálicos, têxtil, papel e celulose e lavanderias industriais.

No inventário estadual foram obtidos os dados de 1.707 indústrias correspondendo ao inventário nacional e dados de 485 indústrias foram obtidos através das Planilhas Trimestrais de Resíduos Sólidos Industriais Gerados. Estas planilhas são enviadas pelas empresas licenciadas pela FEPAM, trimestralmente, com as informações de quantidades e destino dos resíduos gerados na atividade industrial. Praticamente todos os setores industriais são contemplados pelas Planilhas Trimestrais de Geração de Resíduos, inclusive aqueles não abordados no Inventário Nacional. Finalizado o agrupamento das duas fontes de informações, foram trabalhadas um total de 2.192 indústrias.

Os resultados obtidos pela FEPAM sobre a geração de resíduos sólidos industriais por Classe de resíduo, ou seja, resíduos Classe I ou perigosos e resíduos Classe II ou não perigosos (não inertes), representando um total de 2.363.886 ton/ano (dois milhões trezentos e sessenta e três toneladas e oitocentos e oitenta e seis quilos por ano), foram:

Classe I 189.203 de toneladas/ano

Classe II 2.174.682 de tonelada/ano

Os setores couro, mecânico e metalúrgico são os maiores geradores de resíduos sólidos industriais perigosos (Classe I) e os setores alimentar, metalúrgico e químico são os maiores geradores de resíduos sólidos industriais não perigosos (Classe II), o QUADRO 3 mostra a distribuição dos resíduos perigosos.

QUADRO 3 – Distribuição da quantidade de resíduos sólidos industriais perigosos gerados por setor industrial (ton/ano).

SETOR INDUSTRIAL	QUANTIDADE (ton/ANO)
Couro	118.254
Mecânico	20.800
Metalúrgico	20.624
Químico	18.232
Papel	2.291
Borracha	1.504
Bebidas	1.347
Madeira	1.261
Têxtil	1.214
Diversos	1.027
Elétrico/eletrônico	962
Plástico	940
Alimentar	490
Minerais Não Metálicos	123
Fumo	82
Gráfico	52
Total	189.203

Fonte: IAP. Inventário Estadual dos Resíduos Sólidos Industriais – Diagnóstico, dezembro de 2002.

As destinações dadas aos resíduos perigosos gerados pelas indústrias foram: 37% central de resíduos, 23% aterro industrial próprio, 15% reaproveitamento/reciclagem, 13% outras formas de disposição, 10% envio para outros Estados e 2% queima em caldeiras. Os setores mecânico e metalúrgico, por gerarem principalmente como resíduos Classe I óleos, resinas, solventes e embalagens vazias contaminadas, destinam 60 a 70% destes resíduos para reaproveitamento ou reciclagem dentro ou fora do estado.

Os destinos dados aos resíduos não perigosos gerados pelas indústrias foram: 53% reaproveitamento/reciclagem, 17% outras formas de disposição, 13% incorporação no sol, 7% aterro industrial, 7% queima em caldeira e 3% ração animal. A partir destes dados verifica-se a predominância do reaproveitamento e reciclagem dos resíduos. Os resíduos queimados em caldeira são compostos basicamente por restos de madeira e bagaço de cana.

Analisando os resultados obtidos através do inventário realizado pela FEPAM é possível destacar algumas conclusões:

- ✓ 92% do resíduo sólido industrial gerado é classificado como resíduo Classe II, não perigoso e 8% como resíduo Classe I, perigoso;
- ✓ que o setor do couro destina 85% do seu resíduo perigoso para centrais de resíduos ou aterros industriais próprios ou de terceiros. Este valor representa a realidade principalmente dos curtumes e acabamentos de couro do estado que foram alvo prioritário das ações da FEPAM, desde 1990, no que diz respeito a resíduos sólidos;
- ✓ o setor do couro, seguido pelos setores Mecânico e Metalúrgico, são os maiores geradores de resíduos sólidos industriais perigosos, Classe I. Dentre estes resíduos, destacam-se os lodos perigosos de estações de tratamento de efluentes líquidos industriais, aparas e serragens de couro curtido ao cromo, óleos usados, embalagens e solventes contaminados e restos e borras de tinta;
- ✓ o setor alimentar, seguido pelos setores metalúrgico e químico, são os maiores geradores de resíduos sólidos industriais não perigosos. Destaca-se neste caso a

geração de resíduos como cinzas de caldeira, resíduos orgânicos de processo (sebo, soro, restos de vegetais, estrume, penas, etc.), sucata metálica, latas, plásticos e papéis não contaminados, lodo de estações de tratamento de efluentes líquidos industriais com material biológico não tóxico, casca de arroz e restos de madeira;

- ✓ 60% dos resíduos sólidos industriais perigosos são dispostos em aterros industriais, próprios ou de centrais de resíduos. 10% dos resíduos Classe I, representados principalmente por óleos lubrificantes usados, lodos ou poeiras provenientes de sistemas de controle de emissões atmosféricas, borras de tintas e resinas, são enviados para reprocessamento em outros estados. Cabe salientar que para um resíduo classificado como perigoso ser enviado para outro estado é necessária autorização da FEPAM e concordância do órgão ambiental do estado de destino;
- ✓ 52% de resíduos sólidos industriais não perigosos sofrem um processo de reaproveitamento ou reciclagem; este fato demonstra que muitos destes resíduos são aproveitados como sub-produto pela própria empresa geradora ou são vendidos como matérias-primas para empresas recicladoras. Entre estes resíduos que sofrem processo de reaproveitamento ou reciclagem destacam-se os resíduos orgânicos de processo, como penas, soro, ossos, sucatas metálicas e papel e papelão não contaminados;
- ✓ o Inventário de Resíduos Sólidos Industriais cumpriu com o objetivo de inventariar principalmente os ramos industriais geradores de resíduos sólidos perigosos, uma vez que 96% das informações referentes a esta classe de resíduos foi obtida através do Inventário. Quanto aos resíduos não perigosos, Classe II, 44% foi informado através do Inventário e 56% através das Planilhas Trimestrais de Resíduos sólidos Industriais Gerados.

Segundo a FEPAM, 2003, determinadas atividades e indústrias de pequeno porte representam uma parcela mínima na geração dos resíduos industriais. Por outro lado, é preciso que seja mantido um contato constante entre os municípios licenciadores do estado e a FEPAM, visando à constante manutenção do sistema de informações.

Estado de Minas Gerais (FEAM, 2003)

O Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Industriais do Estado de Minas Gerais foi realizado pela FEAM (Fundação Estadual de Meio Ambiente) por meio da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, através do Convênio firmado com o FNMA (Fundo Nacional do Meio Ambiente) com a finalidade de cumprir o disposto na Resolução do CONAMA. nº 313/02. O período de execução do inventário foi de agosto de 2002 a junho de 2003. Para o desenvolvimento do inventário foi utilizado o programa base disponibilizado pelo IBAMA, desenvolvido especialmente para fins de levantamento de dados de resíduos sólidos industriais nos estados.

A FEAM elaborou, como base para a seleção das indústrias, três bancos de dados, identificados conforme apresentado a seguir: o banco PRIMÁRIO constou de uma pesquisa no sistema FEAM, através do levantamento de processos existentes de licenciamento ambiental e de autos de infração, do setor indústria de transformação; o banco PROSAM foi obtido a partir da listagem das empresas selecionadas no Programa de Saneamento Ambiental das sub-bacias do Arrudas e Onça, realizado no final da década de 1990, que identificou as principais indústrias com potencial poluidor nos municípios de Belo Horizonte e Contagem; e o banco TÊXTIL também foi originado de uma pesquisa no sistema FEAM, porém, exclusivamente para o setor têxtil, que não estava contemplado no banco PRIMÁRIO.

O universo pesquisado foi de 1305 indústrias. No entanto, a quantidade final de indústrias cadastradas para participar do inventário, foi de apenas 629 uma vez que 261 encontravam-se fechadas, 101 eram de porte inferior (o projeto considerou apenas as indústrias de médio e grande porte), 105 de outras tipologias e 122 não foram localizadas. Além disso, 3 (três) encontravam-se em fase de instalação e 77 (setenta e sete) registros eram repetidos. Das 629 indústrias selecionadas, 615 foram provenientes dos bancos de dados citados acima e 14 decorrentes do cadastramento de filiais ou a partir de solicitações feitas pelas próprias indústrias durante a realização do trabalho, ou seja, apresentação espontânea. Cabe ressaltar que 9 indústrias cadastradas foram obtidas já no final do trabalho, após pesquisa na Junta Comercial do Estado de Minas Gerais.

A quantidade total de indústrias previamente levantadas pela FEAM, através dos bancos de dados PRIMÁRIO, PROSAM e TÊXTIL, apenas cerca de 50% foram consideradas, em função dos critérios adotados, para alimentar o cadastramento efetivo. As informações quantitativas dos resíduos apontados pelas empresas deveria ter sempre como unidade única toneladas.

Para as empresas mais representativas, ou seja, as empresas de maior porte e/ou com maior geração de resíduos, eram feitos contatos telefônicos para a verificação dos dados apontados, principalmente no que concerne a: falta de preenchimento da guia resíduos; valores inconsistentes, resíduos não pertencentes à tipologia e erros de destino. É importante salientar que, quando não foi possível contactar a empresa para efetuar as alterações, procurou-se, na medida do possível, preservar os dados iniciais apontados.

Após a análise e correção dos formulários, os principais erros encontrados nos dados de resíduos gerados, no período de referência do inventário foram:

problemas de erro de apontamento de quilos ao invés de toneladas (erro que pode ser apontado como um dos mais freqüentes e que impactou enormemente os dados quantitativos);

problemas de distorções entre os vários destinos (Sem Destino Definido, Destino Indústria e Destino Externo), tanto de interpretação do formulário (apontamento de uma mesma informação em dois ou mais destinos), como no uso inadequado do tipo de destinação em relação aos tipos de destinos (Ex: Aterro Municipal dentro da indústria, Sucateiros intermediários dentro da indústria);

discrepâncias de quantidades na destinação (apontamento em quilos no total gerado e em toneladas no destino; valores gerados e destinados diferentes para um mesmo resíduo);

discrepâncias na classificação dos resíduos (Ex: uso do código de resíduo de serragem da indústria do couro para a serragem da indústria de madeira.

O Estado de Minas Gerais está subdividido em 853 municípios. No entanto, somente 149 foram inventariados. Os 704 restantes não participaram do inventário ou



por não possuírem indústrias, ou porque as indústrias existentes não atendiam aos requisitos pré-estabelecidos.

Para o total das 588 indústrias compiladas na estatística do FEAM, após avaliação da base de dados, o total de resíduos sólidos gerados pelas indústrias inventariadas foi de 15.165.193,65 toneladas/ano.

A distribuição entre resíduos sólidos perigosos e não perigosos foi de:

Resíduos Perigosos – 828.182,75 ton (5,46%)

Resíduos Não Perigosos – 14.337.010,93 ton (94,54%)

Os principais destinos indicados para os resíduos perigosos foram :

Sem Destino Definido (4,06%);

Destino Indústria (86,32%);

Destino Externo (9,62%)

Destino Indústria

As principais formas de destinações para os resíduos perigosos encaminhados dentro da indústria foram:

Aterro industrial próprio (76,4 %);

Utilização em forno industrial (15,29%);

Reutilização / reciclagem / recuperação interna (6,93 %);

Reprocessamento de óleo (0,84 %);

Neutralização (0,15%).

Destino Externo

Segundo o Inventário, as destinações externas mais utilizadas para os resíduos perigosos são:

Co-processamento em fornos de cimento (33,4%);

Utilização em formulação de micronutrientes (18,76%);

Outras formas de reutilização / reciclagem / recuperação (16,75%);

Sucateiros intermediários (11,52 %);

Outros tratamentos (5,57%).

É importante salientar que os resíduos classificados como “outros“ foram responsáveis respectivamente por 99%, 83% e 71% dos resíduos encaminhados para “utilização em formulação de micronutrientes”, “outros tratamentos” e “ outras formas de reutilização/reciclagem recuperação”. Vale ressaltar que 50% dos resíduos encaminhados ao co-processamento também receberam a classificação “outros”. Além destes, pode-se ressaltar o resíduo do desmonte das cubas de redução na produção de alumínio primário com 30% e a borra ácida originada do re-refino de óleos usados com 7,8% do total de resíduos encaminhados a esta destinação.

Os resíduos não perigosos gerados foram destinados conforme relacionados a seguir:

Sem Destino Definido (13,66%);

Destino Indústria (43,63%);

Destino Externo (42,71 %).

Resíduos Destinados Fora do Estado

Cerca de 1,54% (233.438,61 ton) do total de resíduos sólidos inventariados foram encaminhados para tratamento / disposição final fora do Estado de Minas Gerais. Deste total, apenas 29.032,35 t (12,4%) foram classificados como perigosos. Os estados que recebem resíduos de Minas Gerais para tratamento, reutilização ou disposição final, segundo apontamentos dos inventariados são: Bahia, Espírito Santo, Goiás, Maranhão, Pernambuco, Piauí, Paraná, Rio de Janeiro, Rio Grande do Norte, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Sergipe e São Paulo. Dentre estes podemos destacar: São Paulo (58,32%), Espírito Santo (18,13%), Maranhão (11,93%), Goiás (7,02%) e Rio de Janeiro (2,88%).

Os principais destinos indicados para os resíduos encaminhados para fora do estado foram:

Outras formas de reutilização/reciclagem (35,93%);
Incorporação ao solo agrícola (17,5%);
Aterro industrial de terceiros (11,59%);
Co-processamento em fornos de cimento (7,23%);
Utilização em formulação de micronutrientes (7,04%).

Segundo a FEAM, 2003, com a análise dos dados obtidos pode-se afirmar que ainda é necessário: o estabelecimento de uma política de educação e extensão ambiental visando o conhecimento da definição de Resíduos Sólidos, sua classificação e destinações mais adequadas; estabelecimento de acompanhamento mais próximo das empresas maiores geradoras de resíduos, já que apenas um pequeno número delas é responsável por 90% dos resíduos; exigência de preenchimento e/ou atualização anual do formulário padrão para o setor industrial, quando do licenciamento ambiental ou revalidação; avaliação do processo de reciclagem dos resíduos de forma a identificar os principais recicladores e sucateiros e os resíduos reciclados, principalmente os resíduos perigosos, envolvidos neste ciclo; a análise e acompanhamento dos aterros industriais próprios existentes nas empresas e dos sistemas de co-processamento; a identificação mais detalhada dos resíduos encaminhados a Aterros Municipais e sua interferência na vida útil destes; implementar fiscalização nos lixões dos municípios maiores geradores de resíduos sólidos industriais; elaborar proposta de política estadual para os resíduos sólidos industriais, tendo como base os princípios da não geração, redução, reutilização, reaproveitamento, tratamento e disposição final, em função do perfil dos resíduos gerados no Estado, incentivando alternativas que possam minimizar os impactos produzidos e ; finalmente, considerar-se importante um estudo mais detalhado da tipologia mais significativa do inventário, das tipologias maiores geradoras de resíduos perigosos (valor absoluto e relativo ao total de resíduos da tipologia) e das maiores geradoras do código “outros” de forma a se obter uma “ matriz de resíduos por tipologia” que possa ser utilizada como ferramenta de orientação e de otimização dos dados para o processo de licenciamento ambiental.

Estado de São Paulo

Desde o início da década de 80 a CETESB vem atuando sistematicamente na área de Resíduos Sólidos Industriais. Em 1983 foi implantado o Programa de Controle da Poluição por Resíduos Industriais em Cubatão, sendo ampliado em 1986 para as regiões do Vale do Paraíba, Campinas e Sorocaba. Iniciaram-se, então, os levantamentos de resíduos industriais em todo Estado, a partir da seleção de fontes prioritárias de geração de resíduos e o estabelecimento de procedimentos de controle específicos. O primeiro inventário de resíduos industriais, realizado pela CETESB data de 1988/89, contou com uma amostra de 1.470 unidades industriais.

Os dados atualmente disponíveis sobre geração de resíduos industriais em São Paulo são os constantes do inventário estadual realizado em 1992/93, atualizados em 1996, e apresentados na QUADRO 2. Estima-se que as quantidades de resíduos levantadas representem 70% do total gerado em todo o Estado (in: Agenda 21 do Estado de São Paulo. Capítulo 7 – Geração e Manejo de Efluentes Líquidos e Resíduos Sólidos. Pág. 64). Dentre os maiores geradores de resíduos perigosos (classe I), destacam-se os segmentos listados no QUADRO 4.

QUADRO 4 – Maiores geradores de resíduos industriais perigosos (Classe I), Estado de São Paulo (1996).

Indústria	Geração de Resíduos perigosos em ton/ano	Indústria	Geração de Resíduos perigosos em ton/ano
Química	177.400	Material Elétrico	10.300
Material Transporte	116.800	Mecânica	5.500
Couros e Peles	76.300	Alimentos	3.300
Metalúrgica	76.300	Farmacêutica	3.200
Mínerais não Metálicos	28.000	Têxtil	2.600
Papel e Papelão	26.700	Outros	9.300

Fonte: MARTINS, 2004. Compilação de dados para o estado de SP.

Quanto ao tratamento e disposição final dos resíduos sólidos industriais perigosos gerados no Estado de São Paulo, o inventário aponta a situação apresentada no QUADRO 5 abaixo.

QUADRO 5 – Tratamento e Disposição final de resíduos industriais perigosos, Estado de São Paulo (1996).

Destino	Resíduos Classe I (Perigosos)	
	Ton/ano	%
Resíduos Tratados	286.930	53,6
Resíduos Estocados	164.520	30,7
Resíduos Dispostos	84.165	15,7
Total	534.615	100

Fonte: MARTINS, 2004. Compilação de dados para o estado de SP.

O Estado de São Paulo, que não participa do programa nacional de inventários de resíduos sólidos industriais do MMA/FNMA/IBAMA, desenvolveu uma metodologia própria para a atualização dos dados do seu último inventário de 1996. Essa nova metodologia inclui o levantamento de informações sobre cargas poluentes contidas nas emissões gasosas e nos efluentes líquidos, além da geração de resíduos sólidos. A amostra do inventário paulista, segundo o relatório Inventário de Resíduos Sólidos Industriais do Estado de São Paulo – Preliminares (CETESB, outubro 2001), deverá abranger 2.480 unidades industriais, bem mais amplo do que o inventário de 1996, que contou com 1.432 indústrias inventariadas. Nesse novo universo, 56% das empresas correspondem às atividades de metalurgia, química, alimentos e mecânica. A realização deste inventário de resíduos sólidos industriais deverá indicar um quadro mais preciso da situação atual do Estado de São Paulo.

Um estudo importante realizado no estado de São Paulo pela JAAKKO PÖYRY, intitulado Diagnóstico de Resíduos Sólidos Industriais nas Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí de 1995, mostra a importância de se trabalhar com as micro e pequenas empresas nos inventários de resíduos sólidos industriais.

A geração de resíduos classe I das atividades de pequenas e micro empresas, nos 57 municípios da Bacia do Rio Piracicaba, comparada com as grandes empresas, em diversos segmentos, revela a expressiva participação daquelas no total de resíduos industriais perigosos gerados, como mostra a QUADRO 6. Analisando a QUADRO 1, a porcentagem de resíduos perigosos das micro e pequenas empresas é de 39% do total destes. Portanto fica evidente a necessidade de se incluir as micro e pequenas empresas nos inventários de resíduos sólidos industriais para que os inventários de resíduos sejam mais abrangentes e mais confiáveis, sendo importantes inclusive para fiscalização.

QUADRO 6 – Comparação entre a produção de resíduos perigosos pelo porte da empresa.

Tipos de Resíduos	Grandes Empresas	Micro e Pequenas Empresas
	Quantidade (ton/ano)	
Resíduos de síntese orgânica (solventes residuais)	12.929,2	1.752,9
Óleos minerais usados e outros resíduos oleosos	12.764,1	4.297,0
Solventes usados	11.704,6	2.899,8
Pó proveniente de queima de combustão, sistema de exaustão e de equipamento de controle atmosférico	6.690,0	10,8
Lodo proveniente do processo de tratamento de superfícies metálicas(decapagem e fosfatização) e do tratamento físico-químico	5.019,4	18.804,3
Rejeitos de pintura, verniz, tintas, esmalte e cola	3.607,5	2.821,2
Resíduos sólidos contendo metais pesados	2.787,8	38,5
Ácidos e bases em geral	2.187,8	7.951,6
Lodo biológico de ETE	2.044,8	0,0
Catalisadores usados e resíduos de catalisadores	1.834,1	1,6
Resíduos sólidos impregnados com solvente e/ou produtos orgânicos	1.758,2	188,0
Sais em geral	931,9	334,0
Elemento filtrante, carvão, carvão ativado e resinas	720,0	119,5
Resíduos/ lixo em geral, derramamento de piso e varrições	436,1	0,0
Entulhos e sucatas em geral	334,	0,0
Embalagens	317,9	0,0
Resíduos sólidos impregnados com óleos minerais e outros resíduos oleosos	65,8	0,0
Policlorobifenila(PCB) e Policlorotrifênila(PCT)	20,0	4,8
Resíduos /lixo de ambulatórios, hospitais e laboratórios de análises clínicas	15,5	2,9
Pilhas, baterias e acumuladores	7,6	14,8
Óleos/ gorduras vegetais	6,5	0,0
Total	66183,3	39241,7

Fonte: Adaptado de Duarte, 1999.

Estado do Rio de Janeiro

Em agosto de 1996, a FEEMA (Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente) desenvolveu o Projeto de Gerenciamento de Resíduos Industriais, tendo como objetivo:

- minimizar a geração de resíduos nas várias etapas do processamento, através da conscientização do gerador;
- promover o aproveitamento da maior quantidade possível de resíduos da própria atividade geradora ou por terceiros;
- reativar o Programa Bolsa de Resíduos;
- incentivar a implantação de unidades de destinação integrada.

Elaborou na ocasião um diagnóstico de 513 unidades industriais, todas localizadas na Bacia Contribuinte da Bacia da Guanabara, retratando os diversos tipos de resíduos gerados, suas quantidades, características físicas e químicas, grau de periculosidade, sistemas de destinação adotados e identificação dos transportadores e receptores de resíduos.

A pesquisa foi desenvolvida através de questionários, que poderiam ser respondidos por meio eletrônico. O preenchimento dos formulários foi revisado e em muitos casos foram emitidas notificações para a complementação dos dados apresentados. Adicionalmente realizaram-se 148 reuniões e vistorias, aumentando a confiabilidade das informações apuradas.

A geração mensal de resíduos foi estimada em 20.302 toneladas de resíduos industriais, sendo 9.847 toneladas de resíduos perigosos, 4.066 toneladas de resíduos não-inertes e de 6.388 toneladas de resíduos inertes. Através do inventário foram identificadas cerca de 116 unidades receptoras de resíduos industriais, dos quais 27 localizavam-se fora do Estado.

Em setembro de 2000 foi produzido outro documento no âmbito do Programa de Despoluição da Baía da Guanabara (Relatório de Atividades do Projeto Controle Ambiental). Na área industrial o trabalho analisa os resultados advindos do programa de autocontrole de efluentes líquidos, realizados pela indústria e apresenta

recomendações adicionais. O trabalho envolve também a identificação e quantificação dos vários tipos de resíduos industriais por sub-bacia.

Os volumes de geração de resíduos das indústrias fluminenses foram revisados e aumentados, por se referirem ao período 1996-2000, atingindo um volume total de 505.209 ton/mês, sendo a geração de resíduos perigosos da ordem de 24.496 ton/mês. As bacias da Baía da Guanabara e do Paraíba do Sul seriam responsáveis por mais de 75% desta geração.

O Inventário de Resíduos ou o Cadastro de Atividades Geradoras de Resíduos da FEEMA atualmente agrega informações de 1.522 indústrias fluminenses prioritárias, das quais 1.169 são aquelas localizadas na Bacia da Baía de Guanabara. Desse último grupo, 636 indústrias apresentam dados de geração de resíduos. Dados de julho de 2000 referentes à geração de resíduos industriais na bacia da Baía de Guanabara apontaram para uma redução de 26% na quantidade total de resíduos ao longo de apenas 06 meses, QUADRO 7. De acordo com a FEEMA essa redução deu-se em razão de dois fatores principais, a ampliação dos programas de redução de resíduos implementadas pelas empresas e o encerramento de atividades de diversas indústrias.

QUADRO 7 – Geração de resíduos industriais na Bacia da Baía de Guanabara (ton/mês).

Ano	Classe I	Classe II	Classe III	Total
Dez 1999	9.951	6.741	26.630	43.323
Jul 2000	10.075	3.860	18.067	32.002

Fonte: MARTINS, 2004. Compilação de dados na Bacia da Baía de Guanabara - RJ.

O relatório ainda destaca o destino final dos resíduos perigosos (Classe I) gerados na Bacia, das 10.075 ton/mês geradas, aproximadamente 49% é destinado à reciclagem. Cerca de 30% é destinado a aterros (industrial e municipal). O volume destinado à incineração corresponde a 2,5%, praticamente igual ao volume enviado para co-processamento e, finalmente, o total estocado na indústria aproxima-se de 10%.

Apesar da diminuição da geração de resíduos industriais, ocorrida em julho de 2000, apresentada acima, o Relatório de Atividades do Projeto Controle Ambiental, setembro de 2000, realizado pela FEEMA mostra que o estado produz 24.496,11 ton/mês de resíduos perigosos, ou seja, 293.953 toneladas/ano de resíduos sólidos perigosos e 5.768.562 toneladas/ano de resíduos não perigosos (classes II e III). Portanto, observa-se que os dados da referida Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente podem estar sendo divulgados de uma maneira confusa.

Estado de Pernambuco

Existem cerca de 6.000 unidades industriais no Estado de Pernambuco, destas 2.000 constam do cadastro da CPRH (Companhia Pernambucana de Meio Ambiente) e fazem parte da estratégia de controle ambiental. Em uma primeira etapa, o inventário de resíduos sólidos industriais abrangeu um universo de 100 empresas representativas, de médio e grande porte, sobretudo nos setores: metalúrgico, químico, papel e papelão, têxtil, produtos alimentares e sucro-alcooleiro. O inventário foi realizado em 2000 e os resultados divulgados em março de 2001, numa parceria inédita entre o CPRH, a Agência de Cooperação Alemã (GTZ) e a Federação das Indústrias do Estado de Pernambuco (FIEPE). Importante registrar que a CPRH contou com o apoio da equipe da FEPAM, especialmente na estruturação do banco de dados. Este levantamento contou com 100 indústrias inventariadas.

Os resultados indicaram que foram produzidos nos setores inventariados, 1.348.483 ton/ano de resíduos industriais, o bagaço de cana representou 42% do total, seguido dos resíduos orgânicos de processo como o vinhoto, 29%, e a torta de filtro, 20%. Mais de 90% do resíduo gerado classifica-se como classe II (não perigoso).

No caso de Pernambuco a predominância da indústria sucro-alcooleira na geração de resíduos é muito grande e supera 90% dos resíduos gerados. Por isso na destinação final predominam os itens: incorporação ao solo (33,83%), queima em caldeira (23,95%) e fertirrigação (12,46%). A participação porcentual da reciclagem e reprocessamento externo também é alta (25,82%).

Durante o ano de 2003 a CPRH atualizou os dados do inventário 2000/2001, adotando a metodologia preconizada pelo MMA/IBAMA para a realização dos inventários estaduais de resíduos sólidos industriais, no âmbito do projeto Inventário

Nacional de Resíduos Sólidos Industriais, com recursos do FNMA. Este levantamento foi divulgado em dezembro de 2003.

Das 2667 empresas cadastradas no Estado, 577 foram selecionadas em função dos critérios de exclusão (menor que 20 empregados e tipologia). O total de resíduos industriais gerados é de 7.349.519 toneladas/ano, deste total 81.583 toneladas/ano são resíduos perigosos. Dentre as três formas de destinos dos resíduos perigosos, foram obtidos os seguintes resultados globais: sem destino definido, 5.720,70ton (7,01%); destino indústria, 27.454,50 ton (33,65%) ; e destino externo, 48.407,81 ton (59,34%).

Estado de Goiás

No Estado de Goiás a Agência Goiana de Meio Ambiente, no inventário de resíduos sólidos industriais, fez o levantamento em 234 indústrias. De acordo com as informações prestadas, a quantidade total de resíduos sólidos gerado em 2001 foi de 13.702.272,82 toneladas/ano, com destaque para os resíduos classe II, que corresponderam a 92,34% desse total. O total de resíduos perigosos foi de 1.044.947 toneladas/ano, de todos os resíduos perigosos declarados, o resíduo F015 (soluções exauridas de banhos que contém cianeto, provenientes das operações de extração de metais e minérios) foi o gerado em maior quantidade (50,43%).

É importante salientar que, neste estudo, os resíduos denominados estéril e rejeito, resultantes da lavra e beneficiamento de minérios, foram classificados como classe II por não haver conhecimento, por parte da equipe técnica, de que tenham sido realizados os testes necessários e estabelecidos na NBR 10.004 para o enquadramento dos mesmos como classe III.

De acordo com as informações declaradas pelas empresas inventariadas e com os resultados obtidos a partir da avaliação das mesmas, pode-se concluir que:

- ✓ A Indústria de Transformação foi a tipologia mais representada neste estudo, em termos de número de empresas (cento e vinte), com destaque para a Fabricação de Produtos Alimentícios e Bebidas;

- ✓ o município que registrou o maior número de empresas inventariadas foi Rio Verde, com 21,79% destas, seguido pelo de Goiânia (8,12%);
- ✓ 42% dos questionários recebidos apresentaram informações de má qualidade e apenas 12% foram considerados bons;
- ✓ a seleção do responsável pelas informações solicitadas não foi feita de forma criteriosa. Vários questionários, por exemplo, foram respondidos por funcionários do Departamento de Vendas ou de Contabilidade, geralmente sem capacitação técnica na área em questão;
- ✓ cerca de 45% dos resíduos perigosos gerados em todas as atividades econômicas e industriais inventariadas tiveram tratamento ou disposição final inadequados. Quando as Indústrias Extrativas foram excluídas dessa consideração, esse percentual elevou-se para 97%. A grande maioria desses foi disposta em lixões próprios localizados dentro das áreas industriais;
- ✓ apenas 39% dos resíduos totais classe II (39%) foram dispostos adequadamente. Com a exclusão das Indústrias Extrativas, esse valor caiu para 4%;
- ✓ por outro lado, 92% dos resíduos Classe II foram reaproveitados ou reciclados;
- ✓ o reaproveitamento/reciclagem foi a forma de destinação mais empregada para os resíduos classe I.

3.2.9. O mercado de resíduos sólidos industriais

A ABETRE (Associação Brasileira das Empresas de Tratamento de Resíduos Especiais), através de seus associados, exerce função de extrema relevância no contexto global da preservação do meio ambiente. Para as indústrias, o tratamento e a disposição final dos próprios resíduos em muitas situações, seria inviável, sob o ponto de vista econômico, se fossem realizados individualmente. Ademais, o tratamento dos resíduos implica o pleno conhecimento de tecnologias que estão em permanente evolução, exigindo a realização de investimentos e a disponibilidade de corpo técnico suficientemente habilitado, para garantir resultados completamente satisfatórios. Mais uma vez, também sob o ponto de vista técnico, seria pouco produtivo exigir que cada indústria, de forma independente, desenvolva ou adquira a tecnologia mais adequada para o tratamento de seus resíduos.

Em face a esta situação, a terceirização destes serviços, junto a empresas especializadas, passa a ser condição indispensável para a preservação ambiental, o desenvolvimento do setor industrial e a preservação da saúde da população. E neste sentido estes serviços técnicos devem ser disponibilizados, sobretudo nas proximidades dos grandes centros industriais do país.

Levando em consideração estas premissas, conjugam-se em torno desta Associação (ABETRE), os interesses próprios das empresas associadas, especialmente em oferecer um atendimento amplo e completo às demandas causadas pela produção de resíduos industriais, bem como o interesse das indústrias em contar com a disponibilidade destes serviços nas regiões em que se inserem, e finalmente, do próprio poder público, como guardião dos interesses maiores da sociedade e da preservação ambiental, como pré-requisito da melhoria constante da qualidade de vida dos cidadãos

Todos estes legítimos interesses, são por vezes contrariados ou limitados pela insuficiência de dados e informações na área. HUMMEL (2003), constatou a absoluta inviabilidade de se estimar com uma razoável credibilidade, a atual geração de resíduos sólidos industriais no país. Segundo o referido autor na situação atual, o levantamento destas informações dependeria da conclusão de todos os inventários estaduais de resíduos, o que certamente demandará um número significativo de anos e um volume expressivo de recurso financeiros. Mesmo concluídos estes inventários, surgirá a

necessidade de atualizações periódicas e igualmente onerosas, o que deverá dificultar ou até mesmo inviabilizar a disponibilidade de dados atualizados. A seguir estão colocadas algumas opiniões de empresários das empresas de tratamento e disposição final de resíduos sólidos industriais.

Segundo o diretor da Empresa Ambiental de tratamento de resíduos industriais, os valores da CETESB estão exagerados: “Tenho a impressão de que muitos desses resíduos não são gerados nesta quantidade. Talvez ainda exista o passivo, mas em termos de geração não são desse porte”(CAVALCANTI, 1998). Carlos Roberto Fernandes, outro ator importante na área de resíduos industriais concorda com Cavalcanti. Fernandes é presidente da Associação Brasileira de Empresas de Tratamento, Recuperação e Disposição de Resíduos Especiais (ABETRE), e comenta: “Há uma discrepância grande nas estatísticas do setor de resíduos industriais, devido a inexistência de um inventário nacional de resíduos” (FERNANDES, 2001). Comenta ainda que o mercado de tratamento e disposição de resíduos especiais (perigosos) pode chegar a R\$ 2 bilhões/ano , se for considerada a quantidade de resíduos industriais que são lançados no ambiente, armazenados em locais impróprios ou dispostos clandestinamente.

A revista Veja, 21/08/1996, afirma que a produção brasileira está passando por uma intensa fase de transformação. Essas mudanças estão relacionadas com as tendências atuais de crescente urbanização, aceleração na comunicação e reestruturação das empresas cada vez mais preocupadas em maximizar a competitividade comercial. O mais notável desse processo tem sido as mudanças ocorridas em relação à descentralização das atividades industriais. Nos últimos 20 anos, os Estados nordestinos receberam investimento de R\$6,2 bilhões no setor industrial, várias indústrias (cervejarias, tecelagens, fábricas de sapatos, de embalagens de plástico e alumínio, papel e celulose e produtos químicos) estão deixando seus nichos tradicionais na região Sudeste para montar subsidiárias no Nordeste. Portanto, este fato pode explicar o que foi exposto por CAVALCANTI, mas a mudança de região das indústrias não faz com que os resíduos não sejam produzidos, e sim produzidos em regiões onde a fiscalização é precária e são poucas as empresas especializadas no tratamento , o que pode aumentar o passivo ambiental destes locais.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Área de Estudo

O Município de São Carlos localiza-se na região central do Estado de São Paulo, a 255 km da Capital, na região sudeste do Brasil. A cidade é um dos pólos de alta tecnologia do Brasil, abrigando aproximadamente 650 indústrias, das quais mais de 60 produzem itens de alta tecnologia. A população do município, de acordo com o censo 2000, é de 170.000 habitantes.

4.2. Amostragem

Nesta etapa, para conseguir o endereço e número de indústrias de transformação instaladas e cadastradas no Município de São Carlos, foi pedido à Prefeitura Municipal um relatório das atividades industriais. Este foi prontamente cedido pela Prefeitura Municipal de São Carlos, relatando a existência de 655 indústrias instaladas no município.

As indústrias foram escolhidas aleatoriamente através de sorteio nas classes, após a retirada das indústrias de médio e grande porte que eram de conhecimento do autor. Nas classes que apresentavam somente uma indústria, todas foram escolhidas. Quando houve dúvida na classificação preliminar foram escolhidas mais indústrias por classe, como nas duas classes com 3 indústrias, e nas duas classes com quatro indústrias.

O pouco conhecimento sobre o universo a ser amostrado, a falta de um banco de dados e de informações confiáveis limita a estratificação em indústrias de pequeno, médio e grande porte, dentro de cada grupo. Por outro lado, a classificação preliminar não é totalmente segura para definir uma porcentagem a ser amostrada de cada atividade industrial. Por isso foram amostradas: em três classes, 1 indústria; em 56 classes, duas indústrias; em duas classes, 3 indústrias; e em duas classes, quatro indústrias. O total de indústrias selecionadas para o levantamento de dados foi de 129 indústrias.

4.3. Classificação das atividades econômicas

A classificação de atividades serve para organizar as informações das unidades produtivas e institucionais com o objetivo de produzir estatísticas dos fenômenos derivados da sua participação no processo econômico, a partir de ordenamento que privilegia a identificação de segmentos homogêneos quanto a tecnologia, mercado e organização de produção. Assim, constituem-se em instrumento básico para assegurar a coordenação entre a coleta, a apresentação e análise dos dados estatísticos. Por outro lado, a articulação das estatísticas no tempo (séries temporais), no espaço (nas comparações internacionais e sub-nacionais) e entre fontes diversas (integração dos sistemas nacionais) tem como premissa o uso de classificações uniformes, ou seja, a adoção de uma linguagem comum (CNAE – Classificação Nacional de Atividades Econômicas, 1994).

A CNAE está estruturada em quatro níveis hierárquicos: seção, com código alfabético de identificação de 1 dígito e número de grupamentos igual a 17; divisão, com código numérico de 2 dígitos e número de grupamentos igual a 59; grupo, com código numérico de 3 dígitos e número de grupamentos igual a 217; e classe, com código numérico de 4 dígitos e número de grupamentos igual a 563. Os códigos de grupo e classe estão integrados no nível imediatamente anterior, como por exemplo:

Seção	D	Industria de Transformação
Divisão	17	Fabricação de produtos têxteis
Grupo	17.3	Tecelagem
Classe	17.31	Tecelagem de algodão

A partir do segundo nível, o sistema de codificação reflete a integração piramidal da classificação. Assim, o código da classe (quatro dígitos) incorpora o código do grupo ; (três dígitos) a que pertence, e esse o da respectiva divisão (dois dígitos). O dígito referente a desagregações específicas a cada nível segue ordem crescente, com o dígito 9 (nove) usado para categorias com especificações genéricas (outras). Quando uma divisão ou grupo não tem subdivisão o código é seguido de um zero (0), no nível imediatamente inferior.

As atividades de transformação são atividades de fabricação que implicam transformação física significativa ao longo do processo de produção dos bens. Em geral, as indústrias de transformação produzem bens (mercadorias). Algumas atividades de serviços são também incluídas como de transformação, tais como os serviços industriais e parte das atividades de instalação, manutenção e reparação. Em alguns casos a dificuldade de estabelecer limites na extensão de determinadas atividades leva à adoção de convenções, como é o caso da inclusão da atividade de edição no cômputo da indústria gráfica.

Os chamados serviços industriais (serviços de acabamento em produtos têxteis, tratamento de metais etc) constituem parte integrante da cadeia de transformação dos bens exigindo equipamentos, técnicas ou habilidade específica característica do processo industrial e tanto podem ser realizados em unidades integradas como em unidades especializadas.

As atividades de reparação e manutenção classificam-se na classe da fabricação do bem, salvo alguns casos como as unidades de manutenção e reparação de veículos automotores e motocicletas, classificadas em classe específica junto ao comércio de automóveis (divisão 50).

A classificação das atividades econômicas, em um inventário de resíduos, se faz importante no sentido de acompanhar o surgimento de outras atividades econômicas, como o caso da classe de indústrias recicladoras. As indústrias recicladoras foram incorporadas recentemente na classificação do IBGE, e não aparecem nos inventários que são realizados, ou aparecem na categoria de outros (diversos). Além disso, o levantamento dos resíduos gerados em todas as classes dentre as indústrias de transformação e em outras atividades potencialmente poluidoras, nortearia a fiscalização. Com isso atividades potencialmente poluidoras de micro e pequenas empresas seriam incluídas em inventários e fiscalizadas pelos órgãos competentes.

As indústrias cadastradas na lista da Prefeitura Municipal de São Carlos foram classificadas previamente pelo método da CNAE (1994), através do nome da indústria e da classificação apresentada no relatório. Com isso as indústrias foram divididas em classes preliminares, e estas conferidas com as visitas às unidades amostradas. Estas amostragens foram realizadas somente com as indústrias de transformação.

4.4. Classificação das Micro e Pequenas Empresas

Vários autores consideram que uma das grandes dificuldades no estudo das micro e pequenas empresas é a extrema heterogeneidade que as caracteriza. Sendo assim, um bom número de pesquisadores tentou construir tipologias operacionais das micro e pequenas empresas para justamente ressaltar semelhanças ou comportamentos para facilitar seu estudo (REIS,2001).

Conforme LEONE (1991), esta heterogeneidade explicaria em parte, o atraso dos estudos e pesquisas voltados a esse tipo de empresas e a grande dificuldade de propor-se teorias e conclusões adequadas e diferentes daquelas aplicadas à grande empresa.

A especificação de qualquer padrão de definição de micro e pequenas empresas é algo arbitrário, pois há padrões diferentes para propósitos diferentes (LONGENECKER et al.,1998). Existe uma infinidade de critérios para definição e classificação das micro e pequenas empresas que podem ser entendidos como quantitativos, qualitativos ou ainda multicriteriais (PINHEIRO, 1996).

Os critérios quantitativos são ainda mais utilizados que o segundo por serem de ordem econômica e/ou contábil e utilizam índices como: número de funcionários, faturamento, valor de imobilização de ativos, capital social, lucros, e patrimônio líquido. Os índices são de mais fácil acesso para realizar a classificação. A adoção de critérios quantitativos é vantajosa, pois permitem a determinação do porte da empresa; os índices são fáceis de serem coletados; permitem o emprego de medidas de tendência de tempo; possibilitam análises comparativas; são de uso corrente nos setores institucionais públicos e privados.

Os critérios qualitativos embora apresentem uma visão mais real do porte da empresa são mais complexos, pois analisam aspectos de cunho gerencial e social, tais como: organização e administração; especialização de cargos-chave; dificuldade na obtenção financeira; condição de participação e domínio do mercado em que atuam em termos de concorrência e competitividade, aquisição de insumos e matérias-primas, produtos comercializados; nível tecnológico; e independência de grupos de empresas.

A combinação dos critérios quantitativo e qualitativo parece ser o mais coerente para obter uma melhor classificação, em virtude de associar fatores econômicos e características sociais e políticas da empresa. Porém, este não foi o critério adotado no

trabalho devido à dificuldade de se obter as informações necessárias para o desenvolvimento da classificação.

Portanto, o critério adotado foi o quantitativo, uma vez que apresenta diversas vantagens já apontadas anteriormente. Os indicadores adotados foram o número de funcionários combinado com o setor da empresa (indústria de transformação), conforme QUADRO 8, como praxe utilizada por instituições governamentais e privadas brasileiras, assim como por grande parte dos autores sobre o assunto. Dessa forma, ter-se-á critérios fixados e concretos para facilitar o enfoque do trabalho de campo.

QUADRO 8 – Critérios utilizados para classificação das empresas

Classificação	Nº de Funcionários (indústria)
micro	0 – 19
pequena	20 – 99

Fonte : SEBRAE NACIONAL (1998).

Ainda que se esteja longe de um consenso nacional ou internacional no que se refere ao conceito ou definição do que é a micro e pequena empresa, a maioria dos autores, mesmo lidando com parâmetros diversos, considera a participação dessas empresas ao redor de 90% do total de estabelecimentos existentes nos mais diferentes países do mundo (LAKATOS, 1997).

4.5. Levantamento de Dados nas Indústrias

O levantamento dos dados foi realizado com a aplicação de questionário, a fim de garantir a homogeneidade na coleta de dados em cada indústria e facilitar a análise dos mesmos. O questionário foi elaborado através de uma modificação do questionário presente na resolução CONAMA 006/88 (modificada pela Resolução CONAMA 313 de 29/10/2002) e na dissertação de CASTRO NETO (1987), este é apresentado no ANEXO 1, contendo as seguintes informações:

- dados gerais sobre a indústria (identificação, número de funcionários, jornada de trabalho, matérias-primas principais, produtos elaborados, etc.);
- dados sobre os resíduos (estado físico, composição aproximada, código dos resíduos, resultado de teste de classificação, poluentes potenciais, aspecto geral como cor, odor e outros;
- dados relativos ao sistema de acondicionamento, coleta, transporte, tratamento e/ou disposição final e dados relativos a reprocessamento de resíduos entre outros;
- dados sobre resíduos da área administrativa e do restaurante da indústria (acondicionamento, coleta, transporte e disposição final);
- conhecimento da legislação ambiental, periculosidade dos resíduos, departamento ambiental da empresa, entre outros.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apresentados a seguir dizem respeito aos dados obtidos pela aplicação do questionário nas indústrias e a alguns aspectos relevantes que merecem discussões pormenorizadas.

4.1. Universo Amostrado

O total de indústrias selecionadas para o levantamento de dados foi de 129 indústrias, divididas em 64 classes ou códigos CNAE. Destas foram visitadas 112 unidades. Do total de empresas visitadas tem-se que:

- 11 estavam fechadas ou mudaram de endereço;
- 21 eram endereços residenciais;
- 44 não atenderam;
- 36 atenderam prontamente.

Estes resultados mostram que algumas indústrias hesitaram em tornar público os resíduos gerados por elas, escondendo-se atrás de desculpas como: “o responsável pela área ambiental não está”, “volte outro dia”; ou mesmo dizendo que “a atividade exercida não gera resíduo”. Outro fato interessante é que 21 empresas estavam com o endereço em locais residenciais, e os moradores do local desconheciam a razão social apresentada por ocasião da visita.

Os inventários estaduais foram, ou estão sendo realizados, pelos órgãos estaduais de meio ambiente com embasamento legal e mesmo assim as empresas não atendem a convocação. Os resultados divulgados pela FEAM, Minas Gerais, em relação a disponibilidade das indústrias em contribuir para o inventário mostram que das 683 empresas contatadas, 14,6% não responderam ao chamado: esta porcentagem refere-se a 100 indústrias que ignoraram o órgão fiscalizador. Em outros Estados as porcentagens são próximas às do Estado de Minas Gerais.

Das indústrias que se mostraram receptivas e responderam aos questionários, 19 unidades não apresentaram dados confiáveis, que pudessem ser computados e analisados para compor o presente trabalho. Muitas vezes quem respondeu as perguntas eram funcionários administrativos, operadores de máquinas, e raras vezes a empresa possuía um funcionário responsável pela área ambiental. Em outras ocasiões o dono era o responsável por quase tudo na empresa, mas não tinha tempo para responder as questões. A provável causa da invalidação destes questionários foi a falta de informação sobre o tema resíduos sólidos industriais.

O relatório final do inventário de resíduos sólidos industriais do Estado de Pernambuco, apontou como os principais erros encontrados nos dados de resíduos sólidos gerados, os seguintes aspectos: problemas de erro de apontamento de quilos ao invés de toneladas (erro que pode ser apontado como um dos mais freqüentes e que impactou enormemente os dados quantitativos); problemas de distorções entre os vários destinos (Sem Destino Definido, Destino Indústria e Destino Externo), tanto de interpretação do formulário (apontamento de uma mesma informação em dois ou mais destinos), como no uso inadequado do tipo de destinação em relação aos tipos de destinos (Ex: Aterro Municipal dentro da indústria, Sucateiros intermediários dentro da indústria); discrepâncias de quantidades na destinação (apontamento em quilos no total gerado e em toneladas no destino; valores gerados e destinados diferentes para um mesmo resíduo); discrepâncias na classificação dos resíduos (Ex: uso do código de resíduo de serragem da indústria do couro para a serragem da indústria de madeira).

Em relação às outras 17 indústrias visitadas, as quais responderam o questionário com dados consistentes, os resultados quantitativos dos resíduos gerados serão apresentados a seguir com os respectivos códigos. Porém, pelo fato do número de indústrias que responderam adequadamente ser pequeno e estatisticamente não ter valor amostral, os dados relacionados às questões de disposição final, tratamento, conhecimento da legislação ambiental, periculosidade dos resíduos, departamento ambiental da empresa, entre outros, não serão divulgados.

4.2. Classificação das indústrias

A classificação das indústrias conforme o código CNAE (1994), através do nome da indústria e da classificação apresentada no relatório disponibilizado pela Prefeitura Municipal mostrou-se satisfatória num primeiro momento para classificar as empresas na categoria de Divisão. Quando estas foram conferidas por visitas às unidades amostradas percebeu-se que a classificação dada pela Prefeitura Municipal, não correspondeu à atividade realmente exercida pela empresa. Muitas vezes a classificação da empresa não correspondia a sua atividade, e em outras nem a categoria de Divisão era compatível. Porém, com as visitas foi possível corrigir a classificação e dividi-las em classes ou códigos CNAE.

No inventário de resíduos sólidos industriais do Estado de Minas Gerais, as tipologias 13 – Extração de Minerais não-metálicos, 18 – Confecção de Artigos do Vestuário e Acessórios, 45 – Construção e 50 – Comércio e reparação de veículos automotores e motocicletas, não pertenciam inicialmente ao inventário, mas foram criadas em função das informações recebidas de algumas empresas que tiveram sua tipologia/CNAE alterada. Este fato mostra a importância de padronizar a classificação das atividades econômicas, especialmente tratando-se de inventário de resíduos sólidos industriais, para uniformizar os dados em âmbito nacional e internacional, como comentado anteriormente na metodologia.

As Tipologias das 17 indústrias visitadas, com as respectivas Classes ou Códigos CNAE são apresentadas a seguir na QUADRO 9.

QUADRO 9 – Tipologias das indústrias visitadas.

ESTRUTURA DETALHADA DA CNAE: CÓDIGOS E DENOMINAÇÕES				
SEÇÃO	DIVISÃO	GRUPO	CLASSE	DENOMINAÇÃO
D				INDÚSTRIAS DE TRANSFORMAÇÃO
	15			FABRICAÇÃO DE PRODUTOS ALIMENTÍCIOS E BEBIDAS
		15.1		ABATE E PREPARAÇÃO DE PRODUTOS DE CARNE E DE PESCADO
			15.13-0	Preparação de carne, banha e produtos de salsicharia não associadas ao abate
		15.2		PROCESSAMENTO, PRESERVAÇÃO E PRODUÇÃO DE CONSERVAS DE FRUTAS, LEGUMES E OUTROS VEGETAIS
			15.23-7	Produção de sucos de frutas e de legumes
		15.4		LATICÍNIOS
			15.41-5	Preparação do leite
			15.43-1	Fabricação de sorvetes
		15.7		TORREFAÇÃO E MOAGEM DE CAFÉ
			15.71-7	Torreção e moagem de café
	17			FABRICAÇÃO DE PRODUTOS TÊXTEIS
		17.4		FABRICAÇÃO DE ARTEFATOS TÊXTEIS, INCLUINDO TECELAGEM
			17.49-3	Fabricação de outros artefatos têxteis, incluindo tecelagem
		17.7		FABRICAÇÃO DE TECIDOS E ARTIGOS DE MALHA
			17.71-0	Fabricação de tecidos de malha
	18			CONFECÇÃO DE ARTIGOS DO VESTUÁRIO E ACESSÓRIOS
		18.1		CONFECÇÃO DE ARTIGOS DO VESTUÁRIO
			18.12-0	Confecção de outras peças do vestuário
			18.13-9	Confecção de roupas profissionais

Continuação da QUADRO 9

SEÇÃO	DIVISÃO	GRUPO	CLASSE	DENOMINAÇÃO
	20			FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DE MADEIRA
		20.1		DESDOBRAMENTO DE MADEIRA
			20.10-9	Desdobramento de madeira
		20.2		FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DE MADEIRA, CORTIÇA E MATERIAL TRANÇADO - EXCLUSIVE MÓVEIS
			20.22-2	Fabricação de esquadrias de madeira, de casas de madeira pré-fabricadas, de estruturas de madeira e artigos de carpintaria
	22			EDIÇÃO, IMPRESSÃO E REPRODUÇÃO DE GRAVAÇÕES
		22.1		EDIÇÃO ; EDIÇÃO E IMPRESSÃO
			22.19-5	Edição ; edição e impressão de outros produtos gráficos
		22.2		IMPRESSÃO E SERVIÇOS CONEXOS PARA TERCEIROS
			22.22-5	Serviço de impressão de material escolar e de material para usos industrial e comercial
	24			FABRICAÇÃO DE PRODUTOS QUÍMICOS
		24.7		FABRICAÇÃO DE SABÕES, DETERGENTES, PRODUTOS DE LIMPEZA E ARTIGOS DE PERFUMARIA
			24.72-4	Fabricação de produtos de limpeza e polimento
			24.73-2	Fabricação de artigos de perfumaria e cosméticos
	26			FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DE MINERAIS NÃO-METÁLICOS
		26.3		FABRICAÇÃO DE ARTEFATOS DE CONCRETO, CIMENTO, FIBROCIMENTO, GESSO E ESTUQUE
			26.30-1	Fabricação de artefatos de concreto, cimento, fibrocimento, gesso e estuque
		26.4		FABRICAÇÃO DE PRODUTOS CERÂMICOS
			26.41-7	Fabricação de produtos cerâmicos não-refratários para uso estrutural na construção civil

Fonte: CNAE, 1994.

Em relação ao número de funcionários, as 17 indústrias visitadas apresentaram um total de 240 empregados. O número de funcionários é um fator importante para estabelecer indicadores de geração de resíduos industriais, e alguns países utilizam este critério. Segundo o relatório IPPS (1987) o trabalho realizado com 200 mil indústrias americanas estabelecendo indicadores a partir da receita proveniente da produção e o número de funcionários, considerando-se os dois critérios isoladamente, a conclusão foi a de que havia uma grande consistência nos resultados, quer fossem tomados os dados de produção ou o número de empregados.

De acordo com CASTRO NETO (1987) em suas conclusões sobre o modelo matemático desenvolvido para avaliar as quantidades de resíduos industriais gerados pelo setor metalúrgico, usando vista como variável independente o número de empregados, pode-se ressaltar que os resultados são satisfatórios mesmo considerando as dificuldades e limitações encontradas.

O número de empregados e as tipologias das 17 indústrias visitadas são apresentados no QUADRO 10 a seguir.

QUADRO 10 – Número de Empregados por Divisão.

Tipologias	Nº de Empregados
15	67
17	50
18	53
20	11
22	29
24	5
26	25
Total	240

Fonte: MARTINS,2004. Resultados

4.3. Levantamento de dados nas indústrias

Os resultados obtidos com a aplicação do questionário, em relação aos resíduos sólidos gerados pelas indústrias, foram avaliados e convertidos para os códigos existentes nos QUADROS da Norma NBR 10.004 da ABNT, para uniformizar a linguagem em relação aos inventários estaduais de resíduos sólidos industriais. As outras questões levantadas com as indústrias relacionadas a disposição final, tratamento, conhecimento da legislação ambiental, periculosidade dos resíduos, departamento ambiental da empresa, entre outros, não serão divulgados, pelos motivos citados acima.

Abaixo são apresentados os resíduos, com os códigos da NBR 10.004 e IBAMA, das 17 indústrias onde se pôde retirar dados consistentes dos questionários, em relação à qualidade dos resíduos industriais gerados, os resultados são colocados por tipologias e divididos de acordo com a periculosidade:

15 – Fabricação de produtos alimentícios e bebidas

Resíduos não-perigosos

Código	Descrição
A001	Resíduos de restaurante (restos de alimentos)
A002	Resíduos gerados fora do processo industrial (material de escritório, embalagens de escritório, material de consumo, etc.)
A003	Resíduos de varrição de fábrica
A004	Sucata de metais ferrosos
A005	Sucata de metais não ferrosos (latão, cobre, alumínio, etc.)
A006	Resíduos de papel e papelão
A007	Resíduos de plásticos polimerizados de processo
A009	Resíduos de madeira contaminado ou não contaminado com substâncias/produtos não perigosos)
A010	Resíduos de materiais têxteis contaminados ou não contaminados com substâncias/produtos não perigosos)
A018	Resíduos sólido composto de metais não tóxicos
A019	Resíduos sólido de estações de tratamento de efluentes contendo material biológico não tóxico

A029	Produtos fora da especificação ou fora do prazo de validade contendo ou não contendo substâncias não perigosas
A104	Embalagens metálicas (latas vazias ou contaminadas com substâncias/produtos não perigosos)
A105	Embalagens de metais não ferrosos (latas vazias ou contaminadas com substâncias/produtos não perigosos)
A107	Bombonas de plástico (vazias ou contaminadas com substâncias/produtos não perigosos)
A117	Resíduos de vidros
A204	Tambores metálicos (vazios ou contaminados com substâncias/ produtos não perigosos)
A207	Filmes e pequenas embalagens de plástico
A599	Resíduos orgânico de processo (sebo, soro, ossos, sangue, outros da indústria alimentícia, etc)
A699	Resíduos de grãos (casca, película, farelo e outros de arroz, milho, soja)
A999	Resíduos de frutas (bagaço, mosto, casca, etc.)
I067	Resíduos de papel/papelão e plásticos
I103	Resíduos oriundos de laboratórios industriais (produtos químicos)

Resíduos perigosos

F003	Os seguintes solventes não halogenados gastos: xileno, acetona, acetato de etila, etilbenzeno, éter etílico, metilisobutilceton
F105	Solventes contaminados ou não contaminados com substâncias/produtos não perigosos ou não perigosos
I013	Pilhas e baterias
I104	Embalagens vazias contaminadas com outras substâncias/produtos perigosos, exceto os I114, I124, I134, I144, I154 e I164
I117	Lâmpadas (fluorescentes, encandescentes, outras)
I124	Embalagens vazias contaminadas com óleo combustível
I144	Embalagens vazias contaminadas com tintas, borras de tintas e pigmentos
I154	Embalagens vazias contaminadas com produtos químicos

17 – Fabricação de Produtos Têxteis

Resíduos não-perigosos

Cód.	Descrição
A001	Resíduos de restaurante (restos de alimentos)
A002	Resíduos gerados fora do processo industrial (material de escritório, embalagens de escritório, material de consumo, etc.)
A003	Resíduos de varrição de fábrica
A006	Resíduos de papel e papelão
A008	Resíduos de borracha
A009	Resíduos de madeira contaminado ou não contaminado com substâncias/produtos não perigosos)
A010	Resíduos de materiais têxteis contaminados ou não contaminados com substâncias/produtos não perigosos)
A104	Embalagens metálicas (latas vazias ou contaminadas com substâncias/produtos não perigosos)
A107	Bombonas de plástico (vazias ou contaminadas com substâncias/produtos não perigosos)
A204	Tambores metálicos (vazios ou contaminados com substâncias/ produtos não perigosos)
A207	Filmes e pequenas embalagens de plástico
I307	Outros resíduos plásticos (outras embalagens plásticas, lona plástica, etc)
IA00	EPI's contaminados ou não contaminados com substâncias/produtos não perigosos (luvas, botas, aventais, capacetes, máscaras, etc

Resíduos perigosos

F105	Solventes contaminados ou não contaminados com substâncias/produtos não perigosos ou não perigosos
F330	Óleo de corte e usinagem
I104	Embalagens vazias contaminadas com outras substâncias/produtos perigosos, exceto os I114, I124, I134, I144, I154 e I164
I117	Lâmpadas (fluorescentes, encandescentes, outras)

18 – Confecção de Artigos do Vestuário e Acessórios

Resíduos não-perigosos

Código	Descrição
A002	Resíduos gerados fora do processo industrial (material de escritório, embalagens de escritório, material de consumo, etc.)
A003	Resíduos de varrição de fábrica
A010	Resíduos de materiais têxteis contaminados ou não contaminados com substâncias/produtos não perigosos)
A399	Aparas, retalhos de couro atinado
A799	Serragem, farelo e pó de couro atinado
I067	Resíduos de papel/papelão e plásticos

20 – Fabricação de Produtos de Madeira

Resíduos não-perigosos

Código	Descrição
A002	Resíduos gerados fora do processo industrial (material de escritório, embalagens de escritório, material de consumo, etc.)
A003	Resíduos de varrição de fábrica
A004	Sucata de metais ferrosos
A005	Sucata de metais não ferrosos (latão, cobre, alumínio, etc.)
A006	Resíduos de papel e papelão
A008	Resíduos de borracha
A009	Resíduos de madeira contaminado ou não contaminado com substâncias/produtos não perigosos)
A010	Resíduos de materiais têxteis contaminados ou não contaminados com substâncias/produtos não perigosos)
I307	Outros resíduos plásticos (outras embalagens plásticas, lona plástica, etc)
I408	Pneus

Resíduos perigosos

I134	Embalagens vazias contaminadas com óleos: lubrificante, fluido hidráulico, corte/usinagem, isolamento e refrigeração
I144	Embalagens vazias contaminadas com tintas, borras de tintas e pigmentos
I154	Embalagens vazias contaminadas com produtos alcalinos
K053	Restos e borras de tintas e pigmentos

22 – Edição, Impressão e Reprodução de Gravações**Resíduos não-perigosos**

Código	Descrição
A001	Resíduos de restaurante (restos de alimentos)
A002	Resíduos gerados fora do processo industrial (material de escritório, embalagens de escritório, material de consumo, etc.)
A003	Resíduos de varrição de fábrica
A004	Sucata de metais ferrosos
A005	Sucata de metais não ferrosos (latão, cobre, alumínio, etc.)
A006	Resíduos de papel e papelão
A007	Resíduos de plásticos polimerizados de processo
A009	Resíduos de madeira contaminado ou não contaminado com substâncias/produtos não perigosos)(especificar o contaminante)
A010	Resíduos de materiais têxteis contaminados ou não contaminados com substâncias/produtos não perigosos)
A107	Bombonas de plástico (vazias ou contaminadas com substâncias/produtos não perigosos)
A204	Tambores metálicos (vazios ou contaminados com substâncias/ produtos não perigosos)
A207	Filmes e pequenas embalagens de plástico
I307	Outros resíduos plásticos (outras embalagens plásticas, lona plástica, etc)

IA00 EPI's contaminados ou não contaminados com substâncias/produtos não perigosos (luvas, botas, aventais, capacetes, máscaras, etc)

Resíduos perigosos

F105 Solventes contaminados ou não contaminados com substâncias/produtos não perigosos ou não perigosos

F130 Óleo lubrificante usado

I013 Pilhas e baterias

I104 Embalagens vazias contaminadas com outras substâncias/produtos perigosos, exceto os I114, I124, I134, I144, I154 e I164

I117 Lâmpadas (fluorescentes, encandescentes, outras)

I134 Embalagens vazias contaminadas com óleos: lubrificante, fluido hidráulico, corte/usinagem, isolamento e refrigeração

I144 Embalagens vazias contaminadas com tintas, borras de tintas e pigmentos (especificar embalagem)

24 – Fabricação de Produtos Químicos

Resíduos não-perigosos

Código	Descrição
A002	Resíduos gerados fora do processo industrial (material de escritório, embalagens de escritório, material de consumo, etc.)
A003	Resíduos de varrição de fábrica
A004	Sucata de metais ferrosos
A005	Sucata de metais não ferrosos (latão, cobre, alumínio, etc.)
A006	Resíduos de papel e papelão
A008	Resíduos de borracha
A009	Resíduos de madeira contaminado ou não contaminado com substâncias/produtos não perigosos)

A010	Resíduos de materiais têxteis contaminados ou não contaminados com substâncias/produtos não perigosos)
A017	Resíduos de refratários e materiais cerâmicos contaminados ou não contaminados com substâncias/produtos não perigosos
A029	Produtos fora da especificação ou fora do prazo de validade contendo ou não contendo substâncias não perigosas
A104	Embalagens metálicas (latas vazias ou contaminadas com substâncias/produtos não perigosos)
A107	Bombonas de plástico (vazias ou contaminadas com substâncias/produtos não perigosos)
A117	Resíduos de vidros
A204	Tambores metálicos (vazios ou contaminados com substâncias/ produtos não perigosos)
A207	Filmes e pequenas embalagens de plástico

Resíduos perigosos

F002	Os seguintes solventes halogenados gastos: tetracloroetileno; 1,1,1-tricloroetano; cloreto de metileno; tricloroetileno
F003	Os seguintes solventes não halogenados gastos: xileno, acetona, acetato de etila, etilbenzeno, éter etílico, metilisobutilceton
F005	Os seguintes solventes não halogenados gastos: tolueno, metiletilcetona, dissulfeto de carbono, isobutanol, piridina, benzeno
F105	Solventes contaminados ou não contaminados com substâncias/produtos não perigosos ou não perigosos
F530	Resíduos oleosos do sistema separador de água e óleo
I103	Resíduos oriundos de laboratórios industriais (produtos químicos)
I104	Embalagens vazias contaminadas com outras substâncias/produtos perigosos, exceto os I114, I124, I134, I144, I154 e I164
I117	Lâmpadas (fluorescentes, encandescentes, outras)
I154	Embalagens vazias contaminadas com produtos alcalinos
I164	Embalagens vazias contaminadas com produtos ácidos

26 – Fabricação de Produtos de Minerais Não-Metálicos

Resíduos não-perigosos

Código	Descrição
A002	Resíduos gerados fora do processo industrial (material de escritório, embalagens de escritório, material de consumo, etc.)
A003	Resíduos de varrição de fábrica
A004	Sucata de metais ferrosos
A005	Sucata de metais não ferrosos (latão, cobre, alumínio, etc.)
A006	Resíduos de papel e papelão
A007	Resíduos de plásticos polimerizados de processo
A008	Resíduos de borracha
A017	Resíduos de refratários e materiais cerâmicos contaminados ou não contaminados com substâncias/produtos não perigosos
A104	Embalagens metálicas (latas vazias ou contaminadas com substâncias/produtos não perigosos)
A207	Filmes e pequenas embalagens de plástico
I010	Resíduos de materiais têxteis contaminados ou não contaminados com substâncias/produtos perigosos
I307	Outros resíduos plásticos (outras embalagens plásticas, lona plástica, etc)

Analisando os aspectos qualitativos dos resíduos sólidos industriais gerados pelas tipologias estudadas, no levantamento realizado no Município de São Carlos, podemos inferir que a compatibilidade destes com os resultados apresentados nos inventários estaduais de resíduos sólidos industriais é muito similar, apesar das diferenças de porte das empresas, e de tecnologia empregada.

5. DIRETRIZES PARA UM INVENTÁRIO DE RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAIS

Até o presente momento, os inventários estaduais realizados no Brasil têm priorizado o levantamento de informações relacionadas à geração global de resíduos sólidos, em suas diversas classificações. Efetivamente, a disponibilidade destas informações é de fundamental importância para a institucionalização de sistemas globais de geração de resíduos sólidos, assegurando o adequado tratamento ou disposição final. Não obstante para efeito de planejamento ambiental e preservação de riscos, o principal enfoque internacional tem sido o controle da emissão de elementos tóxicos nos diversos meios (ar, água e solo), o que justifica as diretrizes estabelecidas pelo PRTR. Muito possivelmente e como salientado anteriormente, a solução ideal compõe estas duas abordagens (emission factors + waste factors).

Reconhece-se efetivamente que a inserção é de grande relevância, pois permitiria ao Brasil o compartilhamento de dados, informações, métodos e técnicas que vêm sendo utilizadas pelos demais países na identificação e quantificação dos elementos poluentes produzidos por atividades industriais e por outras fontes difusas. Com toda certeza, o acesso a estas informações e a colaboração de outros países e organismos internacionais neste campo, reduzirá prazos e custos na implementação de sistemas eficazes de controle e planejamento, visando melhorias contínuas na preservação ambiental.

Considerando estes fatores é necessário adequar o modelo padrão do PRTR aos objetivos e metas nacionais e às características e peculiaridades próprias da nação brasileira, sem descaracterizar o sistema, nem desconsiderar as experiências de outros países.

Pelo tamanho do Brasil e diversidade de atividades industriais é aconselhável que seja adotado o estudo por Bacia Hidrográfica, com isso teremos vários fatores que possibilitariam resultados mais eficazes, como por exemplo a proximidade do tema com a sociedade civil organizada e poder público regional, facilitando e ampliando a identificação de fontes poluidoras.

6 – CONCLUSÕES

Este trabalho, com base na revisão bibliográfica e no levantamento de dados nas indústrias do Município de São Carlos, permite a formulação das seguintes conclusões.

Pode-se destacar, em harmonia com o objetivo principal deste trabalho, que o levantamento realizado nas indústrias foi promissor por mostrar as dificuldades envolvidas em um inventário de resíduos sólidos industriais. Tão importante quanto a observação de dados de todas as empresas visitadas foi a constatação da necessidade de buscar maneiras para conseguir os dados, pois a receptividade das indústrias deixou a desejar e não havia mecanismos legais que pudessem amparar a coleta de dados.

Em relação aos dados obtidos nas indústrias pode-se destacar que, apesar da amostra de tipologias ser pequena, os resíduos sólidos industriais gerados são semelhantes aos identificados nos recentes inventários estaduais de resíduos sólidos industriais realizado com as médias e grandes empresas.

Nossa revisão bibliográfica mostra que o Brasil evoluiu muito em relação ao tema da pesquisa, e por mais que tenha um longo caminho pela frente o primeiro passo já foi dado. É importante observarmos o que está sendo feito em outros países em relação ao tema da pesquisa e adaptar as técnicas utilizadas em benefício do nosso país e da preservação ambiental.

Diante das informações levantadas durante a elaboração do trabalho e dos resultados obtidos, concluímos também que a solução para programas de controle da geração de resíduos sólidos industriais é a colaboração de todos os setores e atores envolvidos com o problema, ou seja, poder público, indústrias, universidades, órgãos estaduais de meio ambiente e a sociedade civil organizada.

7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAPELINI, M. (1999). Proposta de minimização de resíduos sólidos em indústria de acabamento de metais: estudo de caso. 120p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

CASTRO NETO, P. P. “Modelo para Avaliação Qualitativa e Quantitativa de Resíduos Sólidos Industriais.” São Paulo – SP, 110p. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Saúde Pública. Universidade de São Paulo. 1987.

CAVALCANTI, J. E. “A Década de 90 é dos Resíduos Sólidos.” São Paulo – SP, pg. 17 e 18. Revista Saneamento Ambiental nº 54 – Novembro de 1998.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Resíduos Sólidos Industriais, 234pg. São Paulo. 1992.

CETESB. “Estimativa de Produção de Resíduos Sólidos Industriais na Região Metropolitana de São Paulo – Texto Básico. São Paulo, datilografado, 1980.

CETESB. “Levantamento de Resíduos Sólidos Industriais no Estado de São Paulo.” In: Revista Saneamento Ambiental nº 82, pg. 17. Novembro de 2001.

CETESB. (2002a). Lixo doméstico está mais adequado

_____ Classificação Nacional de Atividades Econômicas – CNAE – Publicada no Diário oficial da União, em 26/12/1994.

CETESB, outubro 2001. Inventário de Resíduos Sólidos Industriais do Estado de São Paulo – Preliminares.

CHEHEBE, J.R.B.(1998) Análise do ciclo de vida de produtos: ferramenta gerencial da ISO 14000. Rio de Janeiro: Qualitymark,1998. 104p.

DUARTE, R. L. “ O Gerenciamento Ambiental como Instrumento de Competitividade Industrial – Estudo de Caso: Processo de Tratamento de Superfícies Metálicas da GE Dako S A”. São Carlos – SP, 129p. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. 1999.

FEAM – Inventário de resíduos sólidos industriais. 2003.

FEPAM - Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais. etapa Rio Grande do Sul, maio de 2003.

FERNANDES, C. R., “Não se Sabe Qual é o Tamanho do Problema.” São Paulo – SP, pg.16-24. Revista Saneamento Ambiental n° 82 – Novembro de 2001.

FGV (2003). Panorama das estimativas de geração de resíduos sólidos industriais. Relatório 70p.

FRITSCH, I. E. (2000). Resíduos Sólidos e seus Aspectos Legais, Doutrinários e Jurisprudenciais. Porto Alegre, EU/Secretaria Municipal da Cultura,143p.

HASAN, S. E. (1995). Geology and hazardous waste management. New Jersey, Prentice Hall.

IAP – Diagnóstico da geração de Resíduos Sólidos Industriais. dezembro de 2002.

Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Industriais de Mato Grosso, In: www.fema.mt.gov.br 19/08/2002 23:31:37.

JAAKKO PÖYRY ENGENHARIA LTDA. Diagnóstico de Resíduos Sólidos Industriais nas Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiáí – Sumário Executivo. 1995.

KBA – Karlab Bell and Associates Pty Ltda. <http://www.karlab.com>. Arquivo capturado em 10 de dezembro de 2002.

KINLAW, D. C. (1997). Empresa competitiva e ecológica: desempenho sustentado na era ambiental. Trad. Por Lenk Peres Alves de Araújo. São Paulo, Makron Books.

LAKATOS, E. M., Sociologia da administração. São Paulo. 1997.

LEONE, N. A Dimensão Física das Pequenas e Médias Empresas: a procura de um critério homogeneizador. Revista de Administração de Empresas, São Paulo, v.31,n.2, p. 53-59, abr/jun de 1991).

LONGNECKER, J. G. ; MOORE, C. W.; PETTY, J. W. Administração de pequenas empresas. São Paulo, Makron Books. 1998.

LOPES, A. A. (2003). Estudo da gestão e do gerenciamento integrado dos resíduos sólidos urbanos no Município de São Carlos(SP). Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo.

MANCINI, P. J. P. (1999). Uma Avaliação do Sistema de Coleta Informal de Resíduos Sólidos no Município de São Carlos, SP. 150p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

MATOS, S. V. “ Proposta de Minimização de Resíduos Sólidos Industriais: Estudo de Caso com Área de Fundição.” São Carlos – SP, 106p. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo.1997.

PINHEIRO, M. “Gestão e desempenho das empresas de pequeno porte: uma abordagem conceitual e empírica”. São Paulo. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Economia e Administração, Universidade de São Paulo. 1996.

REIS, A. P. “Análise das Barreiras à Aplicação do Treinamento Técnico na Pequena Empresa: estudo de quatro empresas do ramo metal-mecânico de São Carlos – SP”. São Carlos – SP,198p. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. 2001.

RESOLUÇÃO/CONAMA/N.º 006 de 15 de Junho de 1988 – Publicada no Diário Oficial da União, de 16/11/88, Seção 1, Pág. 22.123.

RESOLUÇÃO/CONAMA/N.º 313 de de 29 de outubro de 2002 – Publicada no Diário Oficial da União, de 11/11/2002, Seção 1, Pág. 22.116.

SCHALCH, V. et al. “ Gerenciamento de Resíduos Sólidos ”. Goiânia - GO, Associação Brasileira de Engenharia Ambiental. 1990.

SCHALCH, V. (2001). Gerenciamento de resíduos sólidos. Disciplina do Curso de Pós-graduação em Hidráulica e Saneamento. São Carlos, período de ago-dez. (Notas de aula)-Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

SCHALCH, V. (1992). Análise Comparativa do comportamento de dois aterros sanitários semelhantes e correlações dos parâmetros do processo de digestão anaeróbia. São Carlos. 220p. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

SOUZA, M.P (2000). Instrumentos de gestão ambiental: fundamentos e práticas. São Carlos:Editora Riani Costa. 112p.

STEVÃO, N. A. “ Gerenciamento Ambiental e Proposta para Minimização de Resíduos Orgânicos, de Serviço de Saúde e Potencialmente Recicláveis Gerados em Atividades Industriais - Estudo de Caso”. São Carlos – SP,104 p. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo.2000.

9. ANEXOS

04 - RESÍDUOS SÓLIDOS

RESÍDUOS SÓLIDOS ORIGINADOS NO PROCESSAMENTO INDUSTRIAL E NAS ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE EFLUENTES						
RESÍDUO Nº	ESTADO FÍSICO	COMPONENTES PRINCIPAIS	ACONDICIONAMENTO	POLUENTES PRINCIPAIS	CLASSIFICAÇÃO	ASPECTO GERAL
ACONDICIONAMENTO PARA TRANSPORTE		LATÕES CAÇAMBAS SACOS PLÁSTICOS JUNTO COM RESÍDUO GERAL DE FÁBRICA				
RESPONSÁVEL PELO TRANSPORTE		PRÓPRIA INDÚSTRIA TERCEIROS FREQÜENCIA				
DISPOSIÇÃO FINAL		NA PRÓPRIA INDÚSTRIA ATERRO CÉU ABERTO LAGOA QUEIMA A CÉU ABERTO _____ ATERRO MUNICIPAL _____				

OUTROS RESÍDUOS

<p>RESÍDUO GERAL DE FÁBRICA</p> <p>COMPONENTES PRINCIPAIS:</p> <p>VARRIÇÃO EM GERAL JARDINAGEM ESTOPA RESTO DE TECIDO PAPEL E PAPELÃO RESÍDUOS DE METAIS DE BORRACHA VIDRO ENTULHO PLÁSTICO OUTROS</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	<p>ACONDICIONAMENTO PARA TRANSPORTE LATÕES CAÇAMBAS SACOS PLÁSTICOS</p> <p>_____</p> <p>RESPONSÁVEL PELO TRANSPORTE PRÓPRIA INDÚSTRIA TERCEIROS FREQUÊNCIA DE TRANSPORTE</p> <p>DISPOSIÇÃO FINAL</p> <p>NA PRÓPRIA INDÚSTRIA</p> <p>ATERRO MUNICIPAL</p> <p>_____</p>
<p>RESÍDUOS COMERCIALIZADOS</p>	
<p>METAIS FERROSOS</p> <p>FERRO AÇO</p> <p>ACONDICIONAMENTO TRANSPORTE COMPRADOR</p> <p>FREQUÊNCIA _____</p>	
<p>METAIS NÃO FERROSOS</p> <p>ALUMÍNIO COBRE LATÃO</p> <p>_____</p>	
<p>OUTROS</p> <p>PAPEL PAPELÃO PLÁSTICO VIDRO MATERIAL CERÂMICO</p> <p>_____</p>	

RESÍDUOS DE RESTAURANTE OU REFEITORIO

RESTAURANTE INDUSTRIAL
SÓ REFEITORIO

NÚMERO DE REFEIÇÕES SERVIDAS POR DIA _____

QUANTIDADE: _____

ACONDICIONAMENTO: _____

TRANSPORTE _____

DISPOSIÇÃO FINAL _____

FREQUENCIA: _____

COMENTÁRIOS