

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SANEAMENTO,**  
**MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS**

**Gerenciamento de Resíduos Sólidos Industriais: Um  
Estudo para a Área Mineira da Bacia do Médio São  
Francisco**

**GUILHERME AUGUSTO GUIMARÃES OLIVEIRA**

**Belo Horizonte**

**2005**

**Gerenciamento de Resíduos Sólidos Industriais: Um  
Estudo para a Área Mineira da Bacia do Médio São  
Francisco**

**Guilherme Augusto Guimarães Oliveira**



O48g Oliveira, Guilherme Augusto Guimarães.  
Gerenciamento de resíduos sólidos industriais [manuscrito] : um estudo para a área mineira da Bacia do Médio São Francisco / Guilherme Augusto Guimarães Oliveira. – 2005.  
120 f.: il.

Orientadora: Liséte Celina Lange.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia.

Anexos: 114-120.

Bibliografia: f. 103-113.

1. Engenharia sanitária – Teses. 2. Meio ambiente – Teses.  
3. Gestão ambiental - Teses. I. Lange, Liséte Celina. II. Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia. III. Título.

CDU: 628(043)

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus,

À minha orientadora Profa. Dra. Lisete Celina Lange;

A minha esposa Euna;

Ao meus queridos filhos, Paula, Guilherme e Gustavo;

Ao meu saudoso Pai, Dr. Alvimar Gonçalves;

À minha Mãe, Dona Elmira Guimarães;

À minha Tia Marisa, e primas Bárbara, Isabela e Vilma;

Ao Prof. Gilberto Bandeira Caldeira de Melo;

Aos Professores do DESA;

E a todos que colaboraram para a realização desse trabalho.

## RESUMO

A crescente preocupação com questões ambientais tem obrigado aos gestores públicos a se posicionarem sobre os impactos decorrentes das atividades produtivas. Um dos principais impactos negativos gerados pelos empreendimentos industriais e de mineração é devido à disposição inadequada dos seus resíduos sólidos. A contribuição deste trabalho está na avaliação da geração e destinação de resíduos, gerados pelos empreendimentos industriais e minerários instalados na área mineira da bacia do médio São Francisco, e na verificação do nível de informação disponível sobre esse aspecto no órgão de controle ambiental do Estado. Para isso, foi realizado um amplo levantamento dos dados de geração e disposição de resíduos sólidos pelos empreendimentos instalados na área mineira da bacia do médio São Francisco que se dedicam à atividade industrial e de mineração. Foram identificados 96 empreendimentos, distribuídos em 26 dos 86 municípios que compõe a região. Nos processos de licenciamento e nos programas de automonitorização ambiental desses empreendimentos, foram levantados os dados de geração e destinação de resíduos sólidos. De acordo com as informações constantes nos processos da FEAM, são geradas 294.224,58 t/ano de resíduos e a reciclagem é a forma de destinação mais utilizada para esses resíduos, correspondendo à 52,5%. Cabe destacar que a geração de resíduos sólidos perigosos é pouco representativa (120,78 t/ano). Posteriormente, foram escolhidos empreendimentos representativos por setor e aplicados questionários, visando o detalhamento das informações obtidas no Sistema. Quando comparado esses dados com os resultados do Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Industriais, verifica-se que as outras atividades industriais deveriam participar do inventário. A análise das informações mostrou que a gestão de resíduos sólidos na região conseguiu avanços entre os empreendimentos licenciados, fato que valida a sua utilização com instrumento de controle ambiental. Por outro lado, demonstrou que os municípios continuam negligenciando a obrigatoriedade legal de gerenciar os resíduos sólidos, apesar da geração de resíduos sólidos industriais na região ser significativa e já se aproximar da quantidade de resíduos sólidos domiciliares produzidos. Faz-se necessário a realização de levantamentos periódicos para a avaliação do gerenciamento dos resíduos industriais e a implementação de um programa de gerenciamento integrado de resíduos sólidos, incluindo os resíduos sólidos industriais e da mineração.

Palavras Chaves: Resíduos sólidos industriais; Licenciamento ambiental; Poluição ambiental; Inventário de resíduos; Gestão ambiental.

## ABSTRACT

The increasing concern with environmental questions has forced the public managers to take a position about the impacts caused by the productive activities. One of the main negative impacts generated by the industrial and mining enterprises happens due to inadequate disposal of its solid waste. This work contributes in the evaluation of the generation and destination of waste, created by the industrial and mining enterprises installed in the area of the basin of the medium San Francisco, and in the verification of the level of available information on this aspect in the agency of ambient control of the State. For this, it was carried through an ample survey of data about generation and disposal of solid waste for the enterprises installed in the mining area of the basin of the medium San Francisco. 96 enterprises, distributed in 26 of the 86 cities that compose the region had been identified. In the processes of licensing and the programs of ambient self monitoring of these enterprises, data of generation and destination of solid waste had been collected. In accordance to the information in the processes of the FEAM, 294,224.58 tons of residues are generated per year, and the recycling is the most used destination for these residues, corresponding to 52,5%. Its important to highlight that the generation of dangerous solid waste is few relevant (120,78 tons per year). Later, sector's representative enterprises had been chosen and questionnaires had been applied, aiming the detailing of the information obtained in the system. When comparing these data with the results of the State Inventory of Industrial Solid Waste, it is verified that the other industrial activities would have to participate of the survey. The analysis of the information demonstrates that the management of solid waste in the region had advance among licensed enterprises, fact that validates its use as an environmental control. Meanwhile, it demonstrated that the cities continue to neglect the legal mandatory to manage the solid waste, even though the significant generation of industrial solid waste in the region and already resemble the amount of domestic solid waste generated. The accomplishment of periodic surveys for the evaluation of the management of the industrial waste and the implementation of a program of integrated management of solid waste becomes necessary, including the mining and industrial solid waste.

Keywords: Industrial and mining solid waste; environmental licensing; environmental pollution; waste inventory; environmental management.

## Sumário

|   |            |
|---|------------|
| <b>LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS.....</b>  | <b>6</b>   |
| <b>LISTA DE FIGURAS.....</b>  | <b>8</b>   |
| <b>LISTA DE TABELAS .....</b>   | <b>9</b>   |
| <b>LISTA DE GRÁFICOS.....</b>   | <b>10</b>  |
| <b>1 INTRODUÇÃO.....</b>  | <b>12</b>  |
| <b>2 OBJETIVOS.....</b>   | <b>15</b>  |
| 2.1 OBJETIVO GERAL.....   | 15         |
| 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....   | 15         |
| <b>3 REVISÃO DA LITERATURA .....</b>  | <b>16</b>  |
| 3.1 MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO.....  | 16         |
| 3.2 POLUIÇÃO E RESÍDUOS SÓLIDOS.....  | 19         |
| 3.3 AGENDA 21 E RESÍDUOS SÓLIDOS .....  | 23         |
| 3.4 DEFINIÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS .....   | 25         |
| 3.5 ASPECTOS AMBIENTAIS RELACIONADOS AOS RESÍDUOS SÓLIDOS .....   | 27         |
| 3.6 ASPECTOS LEGAIS DOS RESÍDUOS SÓLIDOS .....  | 31         |
| 3.7 GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS .....  | 36         |
| 3.7.1 <i>Produção Mais Limpa – P+L</i> .....  | 38         |
| 3.7.2 <i>Análise do Ciclo de Vida – ACV</i> .....   | 38         |
| 3.8 TÉCNICAS DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS.....   | 41         |
| 3.8.1 <i>Métodos Térmicos</i> .....   | 41         |
| 3.8.2 <i>Métodos Biológicos</i> .....   | 44         |
| 3.8.3 <i>Aterro</i> .....   | 50         |
| 3.9 LICENCIAMENTO AMBIENTAL E PROGRAMA DE AUTOMONITORIZAÇÃO AMBIENTAL.....  | 54         |
| 3.10 INVENTÁRIO ESTADUAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAIS DO ESTADO DE MINAS GERAIS.....   | 56         |
| <b>4 METODOLOGIA .....</b>  | <b>60</b>  |
| 4.1 ETAPA PRELIMINAR.....   | 60         |
| 4.2 ETAPA 1: LEVANTAMENTO DOS DADOS E DEFINIÇÃO DO QUESTIONÁRIO .....   | 66         |
| 4.3 ETAPA 2: VISTORIA E APLICAÇÃO DOS QUESTIONÁRIOS.....  | 66         |
| 4.4 ETAPA 3: ANÁLISE DOS DADOS E CONCLUSÕES.....  | 67         |
| <b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>   | <b>69</b>  |
| 5.1 ETAPA PRELIMINAR.....   | 69         |
| 5.1.1 <i>Área de estudo: Área Mineira da Bacia do Médio São Francisco</i> .....   | 69         |
| 5.1.2 <i>A Estrutura do órgão ambiental</i> .....   | 78         |
| 5.2 ETAPA 1 : LEVANTAMENTO DOS DADOS EXISTENTES NA FEAM.....  | 80         |
| 5.2.1 <i>Empreendimentos industriais e de mineração licenciados na área de estudo</i> .....   | 80         |
| 5.2.2 <i>Programas de Automonitorização como condicionantes de Licença de Operação</i> .....  | 84         |
| 5.2.3 <i>Geração e destinação de resíduos na área mineira da bacia do médio São Francisco</i> .....   | 87         |
| 5.3 ETAPA 3 : DADOS LEVANTADOS POR MEIO DAS VISITAS AOS EMPREENDIMENTOS E APLICAÇÃO DE QUESTIONÁRIO .....   | 90         |
| 5.3.1 <i>Comparação entre os dados obtidos nos arquivos da FEAM e em campo com os resultados do Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Industriais</i> ..... | 92         |
| <b>6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....</b>   | <b>100</b> |
| <b>7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>  | <b>103</b> |
| <b>ANEXOS.....</b>  | <b>114</b> |
| PARÂMETRO.....  | 120        |
| FREQUENCIA.....   | 120        |

## LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

|          |  |
|----------|--|
| ABNT     | Associação Brasileira de Normas Técnicas;                              |
| ADENE    | Agência de Desenvolvimento do Nordeste;                                |
| ANA      | Agência Nacional das Águas;  |
| CEMPRE   | Compromisso Empresarial para Reciclagem;                               |
| CERH-MG  | Conselho Estadual de Recursos Hídricos de Estado de Minas Gerais;      |
| CETESB   | Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental;                       |
| CFR 40   | Code of Federal Registry – Title 40;                                   |
| CNTL     | Centro Nacional de Tecnologias Limpas                                  |
| CODEVASF | Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba; |
| CDS      | Comissão de Desenvolvimento Sustentável;                               |
| CONAMA   | Conselho Nacional de Meio Ambiente;                                    |
| COPAM    | Conselho Estadual de Política Ambiental;                               |
| DN       | Deliberação Normativa;   |
| EPA      | Environmental Protection Agency;                                       |
| FEAM     | Fundação Estadual do Meio Ambiente;                                    |
| FEEMA    | Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente;                      |
| FJP      | Fundação João Pinheiro;  |
| IBGE     | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística;                       |
| IDH-M    | Índice de Desenvolvimento Humano                                       |
| IGAM     | Instituto de Gestão das Águas de Minas;                                |
| IPEA     | Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada;                              |
| IPT      | Instituto de Pesquisa Tecnológica;                                     |
| ISO      | International Organization for Standardization;                        |
| LO       | Licença de Operação  |
| LOC      | Licença de Operação corretiva;   |
| MMA      | Ministério do Meio Ambiente;   |

|        |   |
|--------|---|
| NBR    | Norma Brasileira;   |
| OMS    | Organização Mundial de saúde;                                       |
| ONU    | Organização Mundial de Saúde;                                       |
| PCA    | Plano de Controle Ambiental;  |
| PNUMA  | Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente                     |
| PROSAM | Programa de Saneamento das bacias do Onça e Arrudas;                |
| SEMAD  | Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável; |
| SETAC  | Society of Environmental Toxicology and Chemistry;                  |
| SUDENE | Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste;                    |
| UNEP   | United Nations Environment Programme                                |
| UPGRH  | Unidades de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos;      |
| USEPA  | US Environmental Protection Agency;                                 |
| MG     | Minas Gerais.   |

## LISTA DE FIGURAS

|  |                                      |
|--|--------------------------------------|
| <i>Figura 3-1: Área de land-application – Solo aplicado com lodo</i>                                   | 47                                   |
| <i>Figura 3-2: Área utilizada para land-application</i>  | 48                                   |
| <i>Figura 3-3: Aterro para resíduos não perigosos, em implantação</i>                                  | 51                                   |
| <i>Figura 4-1: Etapas para o desenvolvimento da pesquisa</i>   | <b>Erro! Indicador não definido.</b> |
| <i>Figura 4-2: Fluxograma detalhado da etapa 1 da metodologia</i>                                      | 66                                   |
| <i>Figura 4-3: Fluxograma detalhado da etapa 2 da metodologia</i>                                      | 67                                   |
| <i>Figura 5-1: Posicionamento, no mapa de Minas Gerais, das mesoregiões Norte e Noroeste de Minas.</i> | 69                                   |
| <i>Figura 5-2: Mapa da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco</i>                                     | 71                                   |
| <i>Figura 5-3: Área de estudo delimitada na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco</i>                | 71                                   |
| <i>Figura 5-4: Mapa das Unidades de Planejamento e Gerenciamento dos Recursos Hídricos – UPGRH-MG</i>  | 72                                   |
| <i>Figura 5-5: Mapa das Unidades de Planejamento São Francisco Norte</i>                               | 73                                   |

## LISTA DE TABELAS

|  |    |
|--|----|
| <i>Tabela 3-1: Planilha do programa de automonitorização ambiental – inventário de resíduos</i>  | 56 |
| <i>Tabela 5-1: Municípios localizados na área mineira da bacia do Médio São Francisco</i>  | 74 |
| <i>Tabela 5-2: Emprego Formal, por setores de atividade</i>  | 76 |
| <i>Tabela 5-3: Índice de Desenvolvimento Humano (IDH-M) no Brasil, no Estado de Minas Gerais e nas 12 mesorregiões mineiras, em 2000.</i>                                  | 77 |
| <i>Tabela 5-4: Indicadores Demográficos – Minas Gerais -2000</i>   | 77 |
| <i>Tabela 5-5: Localização dos empreendimentos por município</i>   | 82 |
| <i>Tabela 5-6: Distribuição dos empreendimentos industriais por atividade</i>  | 83 |
| <i>Tabela 5-7: Distribuição dos empreendimentos de mineração por atividade</i>   | 83 |
| <i>Tabela 5-8: Geração de resíduos sólidos industriais na área mineira da bacia do médio São Francisco – dados obtidos nos processos existentes na FEAM</i>                | 88 |
| <i>Tabela 5-9: Destinação de resíduos sólidos industriais na área mineira da bacia do médio São Francisco</i>  | 89 |
| <i>Tabela 5-11: Tipo de empreendimentos selecionados para aplicação do questionário</i>  | 92 |
| <i>Tabela 5-12: Relação entre o tipo de atividade e o seu código correspondente na figura 18</i>   | 94 |
| <i>Tabela 5-13: Empreendimentos de grande porte instalados na bacia do Médio São Francisco que não participaram do Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Industriais</i> | 95 |

## LISTA DE GRÁFICOS

|  |    |
|--|----|
| <i>Gráfico 5-1: Número de processos de licença de operação existentes no SISEMA por Unidade Regional – 2004</i>  | 81 |
| <i>Gráfico 5-2: Empreendimentos Industriais que possuem na Licença de Operação Programa de Automonitorização Ambiental, concedidas até novembro de 2004</i>  | 85 |
| <i>Gráfico 5-3: mpreendimentos minerários cuja Licença de Operação possui como condicionante a implantação de programa de automonitorização para resíduos sólidos, concedidas até novembro de 2004</i>                             | 86 |
| <i>Gráfico 5-4: Evolução do número empreendimentos localizados na área mineira da bacia do médio São Francisco que tem como condicionante da LO o programa de automonitorização ambiental para resíduos sólidos</i>                | 86 |
| <i>Gráfico 5-5: Geração de resíduos sólidos industriais na área mineira da bacia do médio São Francisco – dados obtidos nos processos existentes na FEAM</i>   | 89 |
| <i>Gráfico 5-6: Destinação de resíduos sólidos na área mineira da bacia do médio São Francisco - dados obtidos nos processos existentes na FEAM</i>  | 90 |
| <i>Gráfico 5-7: Empreendimentos industriais instalados na bacia do Médio São Francisco que apresentam os mesmos requisitos das unidades industriais selecionadas no Inventário Estadual de Resíduos Sólidos</i>                    | 94 |
| <i>Gráfico 5-8: Geração de resíduos por empreendimentos industriais de grande porte instalados na área mineira da bacia do Médio São Francisco – Dados do Inventário Estadual de Resíduos Sólidos e dos levantamentos em campo</i> | 96 |
| <i>Gráfico 5-9: Geração de resíduos sólidos industriais por empreendimentos de grande porte instalados na bacia do Médio São Francisco</i>   | 97 |
| <i>Gráfico 5-10: Geração de resíduos sólidos perigosos por empreendimentos não selecionados para o Inventário Estadual de Resíduos Sólidos.</i>  | 97 |

|   |    |
|---|----|
| <i>Gráfico 5-11: Geração de Resíduos Sólidos Inertes por empreendimentos não selecionados para o Inventário Estadual</i> _____                    | 98 |
| <i>Gráfico 5-12: Resíduo sólido industrial não perigoso e não inerte gerado por empreendimentos não selecionados no Inventário Estadual</i> _____ | 98 |
| <i>Gráfico 5-13: Levantamento da geração de resíduos industriais na área mineira da bacia do Médio São Francisco</i> _____                        | 99 |

# 1 INTRODUÇÃO

As atividades antrópicas de transformação trazem consigo a geração de impactos ambientais indesejáveis.

Segundo a Resolução CONAMA nº 001/1986, no seu artigo 1º, considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam a saúde, a segurança e o bem-estar das populações; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; e a qualidade dos recursos ambientais.

Por impacto ambiental pode ser entendido também como a cadeia de efeitos que se produzem no meio natural e social, como consequência de determinada ação. (MOTA, 1997).

Esses impactos estão relacionados, na maioria das vezes, com a geração e descarte de resíduos, nas formas líquida, gasosa e sólida, que segundo Poli (2003) altera o ecossistema, o comportamento e o bem estar das pessoas. Como ação antrópica potencialmente ou efetivamente poluidora do meio ambiente, destacam-se as atividades industriais e minerárias, que nos seus processos produtivos, geram águas residuárias, emissões atmosféricas e resíduos sólidos, que necessitam de tratamento e destinação adequada.

Os problemas decorrentes do descarte inadequado de resíduos sólidos perigosos, causando contaminação do solo, não é exclusivo dos tempos modernos. Segundo Baird (2002), já na época dos romanos, os processos de beneficiamento de minérios, para produção de metais, gerou resíduos sólidos, os quais contaminaram territórios próximos às minas.

Até a década de 1980, a geração, tratamento e destinação dos resíduos industriais não eram questões prioritárias para os órgãos de controle ambiental. Inicialmente, as agências ambientais concentraram suas atenções na regulamentação dos padrões de emissão para os efluentes líquidos e emissões atmosféricas, visando garantir a qualidade ambiental das coleções de água e do ambiente ar. Por outro lado, a fiscalização das atividades potencialmente poluidoras buscava garantir o cumprimento da legislação ambiental, entretanto, a ausência de normas regulamentadoras específicas para os resíduos sólidos, possibilitou a ocorrência de danos ambientais importantes, inclusive a geração de passivos, na maioria das vezes, de difícil atenuação.

Por outro lado, a Bacia do Rio São Francisco é considerada de grande importância sócio-econômica, tendo em vista o uso múltiplo das suas águas e a utilização do seu espaço físico para o desenvolvimento de diversas atividades antrópicas.

As indústrias localizadas na área mineira da bacia do médio São Francisco produzem toneladas de resíduos que muitas vezes tem destino desconhecido ou são descartados, sem a devida autorização das agências de controle ambiental, em vazadouros municipais, caracterizando-se como passivos ambientais. Na região Norte de Minas são geradas anualmente aproximadamente 80.000 toneladas de resíduos sólidos industriais pelas 14 indústrias inventariadas pelo órgão de controle ambiental do Estado de Minas Gerais, a Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM, 2003). Cabe salientar que se encontram cadastradas no banco de dados da FEAM, 106 empreendimentos potencialmente poluidores instalados nas regiões Norte e Nordeste de Minas, a maioria, portanto, não participou do inventário estadual.

Mesmo assim, apenas considerando os dados inventariados pela FEAM, verifica-se uma situação preocupante quanto à destinação dos resíduos gerados, tendo em vista que o Estado de Minas Gerais não possui aterros industriais.

Concomitantemente, dentre os problemas críticos identificados no Diagnóstico Analítico da Bacia do Rio São Francisco, elaborado pelo Governo Federal, sob a coordenação da Agência Nacional das Águas (ANA), destacam-se as fontes de poluição pontual e difusa, que podem estar relacionadas com o lançamento de efluentes líquidos, emissões atmosféricas e resíduos sólidos (ANA, 2002).

Da mesma forma, o Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), identificou contaminantes nas águas do Rio São Francisco, fato que requer estudos para identificação das suas causas.

Entretanto, a ausência de dados se torna o principal obstáculo para a definição de políticas públicas de gerenciamento ambiental, que pressupõem o dimensionamento da problemática dos resíduos sólidos para o estabelecimento de uma gestão ambiental integrada.

Em vista disso, surge então a necessidade de se avaliar a situação do gerenciamento dos resíduos sólidos industriais na área mineira da bacia do Médio São Francisco, quantificando a geração e identificando a sua destinação. Em decorrência da importância do setor industrial e

minerário na geração de resíduos, a pesquisa contemplou os empreendimentos classificados com tal, que se tratam dos maiores geradores de resíduos perigosos.

Nesse trabalho de dissertação pretende-se avaliar, de maneira geral, a forma de conduta dos empreendimentos industriais e minerários instalados na área mineira da bacia do Médio São Francisco, sob o aspecto do gerenciamento dos seus resíduos sólidos.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 *Objetivo Geral*

O objetivo geral desta pesquisa é o estudo da forma de gerenciamento dos resíduos sólidos pelos empreendimentos industriais e minerários instalados na região mineira da bacia do Médio São Francisco.

### 2.2 *Objetivos Específicos*

- Quantificar e classificar os resíduos gerados pelos empreendimentos industriais e minerários instalados na área mineira da Bacia do Médio São Francisco;
- Verificar as formas de destinação dos resíduos sólidos gerados nos empreendimentos localizados na área mineira da Bacia do Médio São Francisco;
- Relacionar as informações obtidas na pesquisa de campo com os dados existentes nos processos de licenciamento ambiental da FEAM;
- Relacionar os dados obtidos com os dados do Inventário Estadual de Resíduos Sólidos.

### 3 REVISÃO DA LITERATURA

Nessa revisão teórica, procurou-se destacar a questão dos resíduos sólidos industriais e da mineração como problemática ambiental, identificando os principais impactos decorrentes da sua disposição inadequada. A partir desse entendimento, buscou-se discutir os princípios do desenvolvimento sustentável e a Agenda 21, nos quais o conceito do gerenciamento de resíduos é tratado de forma específica. Os aspectos legais que norteiam o chamado comando e controle são detalhados, sendo que a legislação se caracteriza pelo Princípio da Precaução, mesmo que fosse elaborada a partir de problemas já existentes. Destaca-se o instrumento do Licenciamento Ambiental como um mecanismo de prevenção e controle, bem como de avaliação da eficiência das medidas implementadas. Coloca-se ainda as alternativas existentes para a destinação adequada dos resíduos sólidos, apresentando distinções entre reutilização, reciclagem e disposição final.

#### *3.1 Meio ambiente e desenvolvimento*

A geração e destinação dos resíduos sólidos produzidos nas diversas atividades antrópicas tornou-se uma das principais causas de poluição ambiental. Os problemas decorrentes da disposição inadequada dos resíduos sólidos são antigos. Já no século XIV, metade da população da Europa foi dizimada pela peste bubônica, causada pela pulga dos ratos que proliferavam nos aglomerados populacionais, devido ao hábito dos habitantes de disporem o lixo a céu aberto nas vias públicas. (RUSSO, 2003).

Com o advento da Revolução Industrial, potencializou os riscos decorrentes da disposição inadequada dos resíduos, tendo em vista o aumento do volume e da periculosidade dos mesmos. Os fatores relacionados ao crescimento populacional e ao desenvolvimento econômico, sobretudo o industrial, acentuaram a geração de resíduos. Segundo Ferreira (2003), a civilização humana chega ao século XXI como a civilização dos resíduos, marcada pelo desperdício e pelas contradições de um desenvolvimento industrial e tecnológico sem precedentes na história da humanidade.

Os processos de transformação, principalmente os relacionados às atividades minerárias e industriais, são potencialmente degradadores do meio ambiente. A necessidade de produzir bens de consumo em escala cada vez maior tem provocado alterações contínuas nos processos tecnológicos de produção. Segundo Branco (1984), o avanço tecnológico deve ser planejado e

orientado no sentido de atender ao homem nas suas necessidades, porém, evitando resultados secundários nocivos.

A manutenção da qualidade ambiental é essencial para a vida, muito embora a preocupação da comunidade mundial com um meio ambiente equilibrado tenha se intensificado somente a partir dos anos 50.

A discussão das questões ambientais ampliou-se nos últimos anos, buscando um consenso entre desenvolvimento e manutenção da qualidade ambiental. Um dos principais problemas ambientais a receber atenção internacional foi o da poluição causada por navios petroleiros nos oceanos e seus efeitos em animais e praias, sendo que o primeiro instrumento a tratar da poluição foi a Convenção Internacional sobre a Prevenção de Poluição por Petróleo, promovida pelo governo britânico, em 1954. (FEAM, 1998).

Já na década de sessenta, a comunidade internacional incluiu na sua agenda a problemática ambiental, que se transformou em objeto de estudo. Inicialmente, a pesquisadora Rachel Carson publicou o livro **Primavera Silenciosa** em 1962, onde apresenta dados sobre a contaminação ambiental pela utilização de pesticidas. Posteriormente, a publicação do relatório “Limites de Crescimento” (MEADOWS et al, 1973), do Clube de Roma, se transformou no marco do movimento ambientalista mundial, ao lançar uma discussão sobre o desenvolvimento econômico e a capacidade da biosfera em supri-lo com recursos naturais. A partir da segunda metade do século XX, no início da década de 60, emergiu, por todo mundo industrializado, um novo ambientalismo, crítico da sociedade industrial, questionador dos valores e visões do mundo sedimentadas por menos de dois séculos de desenvolvimento da modernidade (ALMEIDA, 2003).

Outro ponto importante da questão ambiental se constitui da realização da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente, realizada em junho de 1972, na cidade de Estocolmo, na Suécia, onde representantes de países desenvolvidos e em desenvolvimento buscaram formas de conciliar os seus pontos de vistas divergentes. A Conferência foi o evento que transformou o meio ambiente em uma questão de relevância internacional. (MMA, 2004).

O meio ambiente passou a existir ou entrou na lista de prioridades de várias agendas nacionais e regionais. Anteriormente a Conferência de Estocolmo, havia apenas 10 ministérios do meio ambiente no mundo; em 1982, cerca de 110 países possuíam ministérios ou departamentos responsáveis por essa pasta (CLARKE & TIMBERLAKE, 1982, *apud* MMA, 2004).

A partir das discussões ocorridas na Conferência de Estocolmo, foram firmados diversos acordos ambientais multilaterais, quanto aos aspectos de conservação da fauna e da flora, da manutenção da qualidade ambiental, do controle dos resíduos perigosos, dentre outros. Com relação aos resíduos sólidos, destaca-se a Convenção da Basileia para o Controle de Resíduos Perigosos e sua Eliminação, de 1989, que resultou das preocupações com a destinação final dos resíduos, mais especificamente, com o envio de rejeitos gerados nas nações industrializadas para os países em desenvolvimento. A Convenção teve como objetivos principais a redução do movimento trans-fronteiriço de resíduos perigosos, a minimização da geração de resíduos e a proibição de envio de resíduos para países que não possuam a capacidade de destiná-los adequadamente. A Convenção da Basileia começou a ser negociada em 1989 e pretendia resolver o problema do crescimento das exportações de resíduos perigosos do mundo industrializado para os países em desenvolvimento (Lisboa, 2002).

Ainda na década de 70, começou-se a regulamentar a disposição dos resíduos sólidos. Segundo Vicent & Critcheley (1984), as Convenções de Oslo(1972), Londres (1972) e Paris (1974) fixaram protocolos para a prevenção da poluição dos mares, principalmente quanto ao lançamento de resíduos sólidos provenientes de embarcações e esgoto sanitário.

Na década de 1990 é possível identificar que a sociedade aumentou o seu interesse pelas questões ambientais, e dessa forma, intensificou o questionamento sobre os modelos de desenvolvimento adotados. Embora a meta de desenvolvimento sustentável tivesse sido estabelecida na década de 1980, a partir da conferência Rio-92 que esse conceito se fortalece, com a criação da Comissão de Desenvolvimento Sustentável – CDS. O termo desenvolvimento sustentável compreende a coexistência harmônica do desenvolvimento tecnológico, a manutenção das condições ambientais adequadas para a existência das diferentes formas de vida no planeta, e a garantia da continuidade em tempos futuros, tanto deste desenvolvimento tecnológico, como das condições ambientais necessárias à continuidade da vida.

A CDS foi instaurada em dezembro de 1992 com o objetivo de supervisionar a comunidade internacional a cumprir os compromissos contidos na Agenda 21. A Agenda 21 é um plano de ação que estabelece uma base sólida para a promoção do desenvolvimento em termos de progresso social, econômico e ambiental (MMA, 2004). Dentre as recomendações da Agenda 21, destaca-se o manejo racional dos resíduos perigosos.

Segundo Poli, (2003), ainda que o objetivo último de um desenvolvimento sustentável possa ser comum a toda humanidade, os objetivos imediatamente, as estratégias e a orientação das ações para alcançá-los podem e devem ser específicos de cada lugar. A implementação dos princípios do desenvolvimento sustentável é um desafio para a comunidade internacional, tendo em vista as diferenças sociais e econômicas entre as nações.

Para o economista Sachs (1991), o termo *ecodesenvolvimento* se baseia em três pilares: eficiência econômica, justiça social e prudência ecológica. Entende que a satisfação das necessidades das gerações futuras deve ser garantida, realizando ações de gestão pelas gerações atuais, com destaque para a necessidade do amplo conhecimento das culturas e dos ecossistemas.

A busca de desenvolvimento sustentável tem acarretado uma nova visão na gestão dos recursos naturais, propiciando aos países a eficácia e eficiência na atividade econômica, confirmando que não há incompatibilidade entre proteção ambiental e desenvolvimento (DONAIRE, 2000).

### 3.2 *Poluição e resíduos sólidos*

Para Baird (2002), a humanidade acreditava que os produtos químicos emitidos para o ambiente seriam assimilados pela natureza, que os transformava em substâncias de ocorrência natural, ou seriam diluídos de tal maneira que não causariam riscos para a vida. Desta forma, a emissão contínua de substâncias químicas tornou-se prática comum, entretanto, a atenuação natural em diversas situações, não ocorreu, seja pela sua concentração, seja pela presença de substâncias persistentes.

Como consequência dessa prática, as concentrações de substâncias químicas prejudiciais à saúde e ao meio ambiente alcançaram níveis elevados, causando enormes problemas à população. Diante disso, a poluição do meio ambiente tornou-se assunto de interesse público em todas, não apenas nos países desenvolvidos, mas também nos países em desenvolvimento (BRAILE, 1997).

Desta forma, configurou-se a chamada crise ambiental, provocada pela geração de padrões de crescimento que se traduzem pela incorporação predatória dos recursos naturais, e simultaneamente, produzindo poluições e degradação ambiental (SACHS, 1995).

Meio Ambiente é a circunvizinhança em que uma organização opera e executa suas funções operacionais, incluindo ar, água, solo, recursos naturais, flora, fauna, seres humanos e suas inter-relações (ABNT, 1996).

Para Branco (1984), a poluição pode ser definida como qualquer alteração da composição e das características do meio que cause perturbações nos ecossistemas. A poluição pode ter efeitos sobre os meios físico, antrópico e biótico.

A poluição ambiental é devida à presença, lançamento ou liberação no meio ambiente, de toda e qualquer forma de matéria ou energia, com intensidade, quantidade, concentração ou características em desacordo com os padrões de qualidade ambiental estabelecidos por legislação (DERÍSIO, 1992).

De acordo com a Lei nº 6.938, de 31/8/1981, que instituiu a Política Nacional de Meio Ambiente, “poluição é a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente:

- a) Prejudiquem a saúde, a segurança ou o bem-estar da população;
- b) Criem condições adversas às atividades sociais e econômicas;
- c) Ocasionar danos à flora, à fauna e a qualquer recurso natural;
- d) Lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos”.

A Lei nº 7.772, de 8/9/1980, que dispõe sobre a proteção, conservação e melhoria do meio ambiente em Minas Gerais, estabelece no seu artigo 2º que: “entende-se por poluição ou degradação ambiental qualquer alteração das qualidades físicas, químicas ou biológicas do meio ambiente que possam:

I – prejudicar a saúde ou o bem-estar da população;

II – criar condições adversas às atividades sociais e econômicas;

III – ocasionar danos à flora, a fauna e a qualquer recurso natural;

IV – ocasionar danos relevantes aos acervos históricos, cultural e paisagísticos”.

A poluição ambiental está ligada necessariamente a uma fonte, que pode ser natural ou antrópica. Dentre as fontes antrópicas mais representativas, podemos cita-se as relacionadas às atividades industriais e minerárias. Essas atividades econômicas produzem diversas formas de poluição, das quais podemos destacar a poluição das águas, do ar e do solo.

As atividades industriais e de mineração são geradoras de poluição ambiental relacionada com o lançamento de águas residuárias, emissões atmosféricas e resíduos sólidos no meio ambiente, ocasionando modificações nas características da água, do ar e do solo. Segundo Derísio (2001), a poluição industrial é na maioria das vezes, o fator mais significativo em termos de poluição.

A geração de resíduos na atividade de transformação começa na mineração, onde ocorrem os processos para a obtenção da matéria-prima bruta, e nas etapas seguintes, nas quais a matéria-prima será transformada em bens de consumo (RUSSO, 2000).

As áreas de maior concentração de empreendimentos industriais são as que apresentam os maiores problemas de degradação ambiental, cuja gravidade depende do volume de produção, do tipo de atividade desenvolvida e das medidas de controle ambiental adotadas (FERRARI, 2000).

A geração de resíduos sólidos na atividade industrial e minerária não se restringe às etapas do processo produtivo, nas quais ocorrem descartes de sub-produtos, que não possuem valor econômico. Os sistemas de tratamento de águas residuárias e emissões atmosféricas são importantes geradores de resíduos sólidos.

Os efluentes líquidos *in natura* de origem industrial apresentam-se quase sempre em desacordo com padrões de lançamento estabelecidos na legislação ambiental. No Estado de Minas Gerais, o lançamento de águas residuárias nos corpos d'água deve atender a Deliberação Normativa do COPAM nº 10 de 16 de dezembro de 1986, que “estabelece normas e padrões para a qualidade das águas e lançamento de efluentes nas coleções de água”.

Na mesma situação se encontram as águas residuárias originadas dos empreendimentos minerários, diferindo dos efluentes industriais quanto às suas características físico-químicas, entretanto, também se apresentando em desacordo com os padrões legais.

O lançamento de águas residuárias nos corpos d'água altera os seus parâmetros de qualidade da água, modificando ou impedindo o seu uso. Na maioria das vezes, os poluentes são sólidos, e desta forma, devem ser retirados no tratamento prévio. Segundo Sperling (1996), todos os contaminantes da água, com exceção dos gases dissolvidos contribuem para a carga de sólidos. Dessa forma, os processos eficientes de tratamento de águas residuárias têm como produto final um efluente líquido passível de ser lançado no meio ambiente e um resíduo semi-sólido, denominado lodo.

Desta forma, a produção de lodo em uma estação de tratamento de efluentes se constitui no seu principal problema, principalmente decorrente da definição do seu destino final. Conforme o tipo de processo de tratamento de efluentes líquidos a ser utilizado, pode-se gerar maiores volumes de lodo, ou lodos com características químicas diferentes. A utilização de alguns processos de tratamento está sendo indicado em decorrência da baixa geração de lodo (ALMEIDA *et al*, 2004).

Segundo Alem Sobrinho *et al*. (2001), a redução da geração de lodo em um sistema biológico de tratamento de efluentes do tipo anaeróbio é cerca de 70% inferior ao processo aeróbio. Dentre os processos aeróbios mais utilizados podemos citar o tratamento por lodos ativados, sistema usado frequentemente no tratamento de águas residuárias industriais.

Da mesma forma, a adoção de processos físico-químicos para o tratamento dos efluentes, apesar de serem inevitáveis em alguns casos, geram resíduos sólidos de difícil degradação, que se constituem do lodo formado. O resíduo sólido gerado no tratamento, diferentemente do lodo biológico, deve ter uma disposição final específica, na maioria das vezes, a destinação para aterros.

As emissões atmosféricas geradas nos processos industriais se constituem em problema ambiental e de saúde pública. Os efeitos da poluição do ar sobre a saúde apresentam-se na forma de doenças agudas e crônicas, alterações de funções fisiológicas, encurtamento da vida (DERÍSIO, 2001). Além dos danos à saúde, a poluição atmosférica pode danificar os materiais e afetar a vegetação. No processo industrial, as principais fontes de poluição atmosférica dizem respeito à queima de combustível para geração de calor, às etapas de mistura de insumos e matérias-primas, à preparação do produto final, dentre outras mais específicas por atividade. Nesses processos são gerados diversos poluentes, destacando-se os materiais particulados, dióxido de enxofre, oxidantes fotoquímicos, que afetam a qualidade do ar.

A Legislação ambiental estabelece limites de emissão atmosférica, que devem ser respeitados. A Resolução CONAMA nº 3, de 28/6/1990 estabelece os Critérios para Episódios Agudos de Poluição do Ar e os padrões de qualidade do ar para poluentes atmosféricos, associando-os com as respostas aos eventos, que podem determinar os estados de atenção, alerta ou emergência.

No Estado de Minas Gerais, a Deliberação Normativa do COPAM Nº 11 de 16 de dezembro de 1986 estabelece limites para as emissões atmosféricas. Os empreendimentos devem atender aos padrões estabelecidos, e desta forma, é necessária a instalação de sistemas de controle ambiental, que retêm os poluentes. O controle das emissões pode ser feito vias secas ou úmidas, gerando águas residuárias ou resíduos sólidos.

Numa análise mais detalhada, os sistemas de controle das emissões atmosféricas e dos efluentes líquidos não resolvem totalmente o problema, na medida em que ocorre a transferência dos poluentes dos ambientes ar e água para o resíduo sólido gerado. Nesse sentido, os sistemas de controle ambiental, na sua última instância, são importantes fontes de geração de resíduos sólidos.

### *3.3 Agenda 21 e resíduos sólidos*

A Agenda 21, documento aprovado na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro, em junho de 1992 e assinado por 170 países membros da Organização das Nações Unidas, se constitui em importante compromisso assumido pelos governos, visando à mudança do padrão de desenvolvimento mundial, a partir de planos de ação locais.

O objetivo da Agenda 21 é construir um futuro mais próspero e seguro, a partir da integração entre o meio ambiente e o desenvolvimento, satisfazendo as necessidades básicas e elevando o nível de vida de todos, preservando os ecossistemas. Para alcançar as metas propostas, é fundamental a participação dos governos, os quais devem elaborar plano de ação local (POL, 2003).

A Agenda 21, apesar de ser um instrumento sem valor legal, trata-se de um dos mais influentes documentos na área do meio ambiente, e serve como base de referência para a gestão ambiental na maior parte das regiões do mundo (MMA, 2002). O documento em questão aborda temas de várias áreas, como aspectos sociais, econômicos, padrões de

consumo, recursos naturais, desenvolvimento urbano e rural, diversidade biológica, produtos químicos, resíduos, dentre outros, muito embora o documento tenha se firmado como orientador para as ações ambientais.

A importância dos resíduos sólidos pode ser constatada pela quantidade de vezes que o assunto aparece no referido documento. O tema está presente em pelo menos 13 dos 40 capítulos que compõem a Agenda 21, sendo que os capítulos 20, 21 e 22 são específicos sobre o assunto. Nos demais capítulos, onde há referências sobre tema, são discutidos temas como padrões de consumo, dinâmicas populacionais, sustentabilidade, saúde, tecnologia, biotecnologia, manejo de recursos naturais e atividade industrial, dentre outros, mostrando a interface das atividades humanas com a geração de resíduos sólidos. Um aspecto recorrente na Agenda 21 diz respeito ao desenvolvimento de tecnologias de produção mais limpa e a sua transferência para os países em desenvolvimento, ressaltando a cooperação entre as nações.

O termo Produção mais Limpa, citado pela primeira vez pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente – PNUMA, significa a aplicação contínua de uma estratégia econômica, ambiental e tecnológica integrada aos processos e produtos, a fim de aumentar a eficiência no uso de matérias-primas, água e energia, através da não-geração, minimização ou reciclagem de resíduos gerados em um processo produtivo (CNTL, 1989).

No capítulo 20 da Agenda 21, “Manejo ambientalmente adequado dos resíduos perigosos”, é relacionado às etapas do gerenciamento desses resíduos com a saúde humana, a proteção do meio ambiente, o manejo dos recursos naturais, as áreas contaminadas e o desenvolvimento sustentável.

No capítulo 21, “Manejo ambientalmente saudável dos resíduos sólidos”, são apresentadas ações de gerenciamento de resíduos, visando reduzir os seus impactos sobre o meio ambiente. Os resíduos sólidos que são referidos nesse capítulo da “Agenda 21”, compreendem todos os restos domésticos e resíduos não perigosos, tais como os resíduos comerciais e institucionais, o lixo da rua e os entulhos de construção, cinzas de incineradores, sedimentos de fossas sépticas e de instalações de tratamento de esgoto.

A “Agenda 21” aponta propostas de gestão dos resíduos sólidos, buscando hierarquizar os seguintes procedimentos:

- a. redução ao mínimo dos resíduos;

- b. aumento ao máximo da reutilização e reciclagem ambientalmente saudáveis dos resíduos;
- c. promoção do depósito e tratamento ambientalmente saudáveis dos resíduos.

Segundo Brollo *et al.* (2002), merecem destaques também as recomendações contidas na Agenda 21, de se recuperar as áreas degradadas e contaminadas pela disposição de resíduos sólidos, identificando-as e promovendo a sua reabilitação.

Quanto às atividades industriais, a Agenda 21, no seu capítulo 20, recomenda que os governos devam incentivar os empreendimentos industriais a tratar, reciclar, reutilizar e depositar os seus resíduos no local da fonte geradora, ou o mais próximo dela, quando a produção de resíduos for inevitável, evitando a transferência do problema para outra localidade.

Dentre as atividades a serem desenvolvidas pelos governos visando o manejo adequado dos resíduos perigosos, propostas na Agenda 21, cabe destacar a necessidade de incluir no planejamento e na legislação nacional, critérios de prevenção e redução de resíduos na fonte, considerando o princípio do poluidor-pagador. Os governos devem estabelecer normas que estipulem a responsabilidade última das indústrias pela destinação ambientalmente saudável dos resíduos gerados, bem como pelo preparo inventário de geração de resíduos perigosos.

### 3.4 Definição de resíduos sólidos

O termo resíduo tem origem do latim *resíduo* e significa resto. Um dos problemas decorrentes das atividades industriais é a produção de resíduos sólidos, que caracterizam como poluição, e que indicam ineficiência do processo produtivo, representando, quase sempre, perdas de matérias-primas e insumos (Jacomino *et al.*, 2002).

A NBR 10004 (ABNT, 2004) define como resíduos sólidos “*os resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam das atividades da comunidade de origem: industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível*”

A maior preocupação refere-se à disposição final dos chamados resíduos perigosos, entretanto, os resíduos sólidos classificados como não perigosos também geram problemas ambientais, quando não dispostos de forma adequada. Os resíduos perigosos são substâncias que constituem um risco para o ambiente, e principalmente para os seres vivos, e desta forma devem ter uma destinação final monitorada.

Os resíduos sólidos são classificados pela NBR 10004 (ABNT, 2004) quanto a sua periculosidade, que é a característica apresentada pelos resíduos, em função de suas propriedades físicas, químicas ou infecto-contagiosas, e com base na identificação de contaminantes presentes, podendo apresentar riscos ao meio ambiente e à saúde pública. A NBR 10004 foi modificada recentemente, passando a vigorar a nova versão a partir de 6 de novembro de 2004. Ocorreram algumas alterações, sendo que os resíduos passaram a ser divididos em 2 classes. Segundo a NBR 10004 (ABNT, 2004), os resíduos são divididos nas seguintes classes:

- a) Resíduos Classe I – Perigosos;
- b) Resíduos Classe II – Não perigosos;
  - i) Resíduos Classe II A – Inertes;
  - ii) Resíduos Classe II B – Não Inertes;

Os resíduos sólidos classificados como Perigosos, são aqueles que apresentam periculosidade, ou em decorrência das suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade (ABNT, 2004).

Os resíduos sólidos classificados como Não-perigosos, são aqueles que podem apresentar propriedades como combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade, entretanto, não se enquadram nas classificações dos resíduos perigosos (ABNT, 2004).

Os resíduos sólidos classificados como classe II A – inerte são aqueles que não têm nenhum dos seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água (ABNT, 2004).

De acordo com Sisino, (2003), a elaboração da NBR 10.004/2004 foi baseada nos procedimentos relacionados na norma americana *Code of Federal Registry – Title 40* –

*Protection of Environment* – CFR 40 (USA, 1994), com a diferença da norma brasileira classificar o resíduo não perigoso em não inerte e inerte, enquanto o CFR 40 orienta apenas para a classificação dos resíduos em perigosos e não-perigosos. O CFR 40 não menciona o teste de solubilização, que é o responsável pela classificação dos resíduos classe II em inerte ou em não-inerte.

O Projeto da Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 1991) apresenta as seguintes definições:

- resíduos industriais são aqueles provenientes de qualquer atividade no âmbito da indústria, bem como nas pesquisas das atividades industriais;
- resíduos minerais são os resíduos provenientes de qualquer atividade de âmbito extrativo, de beneficiamento dos minerais e da recuperação de solos e áreas contaminadas.

### *3.5 Aspectos ambientais relacionados aos resíduos sólidos*

Os resíduos sólidos das atividades industriais e de mineração tem se constituído em problemas para o meio ambiente e para a saúde. Os problemas ambientais associados à geração e à destinação de resíduos sólidos industriais e minerários podem provocar impactos negativos sobre a biosfera, trazendo conseqüências para os recursos hídricos, a atmosfera e o ambiente solo. Os impactos da disposição inadequada dos resíduos sólidos estão relacionados, principalmente, com contaminação das águas subterrâneas e do solo, podendo causar desequilíbrio nos ecossistemas e afetar a saúde humana.

A degradação decorrente da disposição inadequada dos resíduos sólidos industriais tem se destacado, sobretudo, sobre o ambiente solo. Historicamente, a disposição dos resíduos diretamente no solo era uma prática adotada freqüentemente. Dessa forma, no final dos anos setenta, iniciou-se a identificação de áreas contaminadas em decorrência da disposição de resíduos (SANCHÉZ, 2001).

Dessa época em diante, surgiram diversos eventos de áreas contaminadas, sendo que o de maior repercussão foi o caso do Love Canal, na cidade de Niagara Falls, localizada nos Estados Unidos, que se transformou num exemplo de disposição inadequada de resíduos e um marco para a adoção de procedimentos de gestão de resíduos.

Aproveitando de um canal escavado no solo, que teria como finalidade o transporte de água do rio Niágara, e que se encontrava desativado, a empresa Hooker Electrochemical Company o utilizou para a disposição dos seus resíduos sólidos industriais. No início da década de 50, com a sua capacidade esgotada, a empresa comercializou o terreno onde se encontrava implantado o aterro, que se transformou num bairro residencial (LEVINE *apud* SANCHÉS, 2001). Posteriormente, já nos anos 70, com as reclamações de moradores, em decorrência dos problemas de saúde, identificou-se o problema. Uma das ações para mitigar os riscos decorrentes da contaminação do solo, foi a evacuação de 1007 residências (MASON & MATTSON, *apud* SANCHÉS, 2001).

Atualmente, a descoberta de sítios contaminados por resíduos sólidos tem se tornado freqüente. A grande preocupação nesse caso é que a identificação desses problemas é feita na maioria das vezes, pela população atingida, que fica exposta ao problema por muitos anos. Em determinados casos, a contaminação acontece em decorrência do abandono de produtos químicos em empreendimentos desativados, mas que também podem ser considerados resíduos. Existem atualmente nos Estados Unidos mais de 50 mil áreas contaminadas com resíduos perigosos (BAIRD, 2001). Casos de contaminação do solo por resíduos também estão sendo descobertos no Brasil.

No Brasil também são registrados numerosos casos de contaminação das águas subterrâneas tendo como causa a disposição de resíduos sólidos de origem industrial (HIRATA & BASTOS, 1992).

Esse é o caso da Cidade dos Meninos, no município de Duque de Caxias no estado do Rio de Janeiro, onde se encontrava instalada uma fábrica de inseticidas do Instituto de Malariologia, órgão do antigo Ministério de Educação e Saúde, com uma área de 1900 hectares (19 km<sup>2</sup>), de propriedade federal, hoje sob a responsabilidade patrimonial do Ministério de Previdência Social. Fica situada na localidade de Pilar, Distrito de Campos Elíseos, Município de Duque de Caxias, na Baixada Fluminense, Estado do Rio de Janeiro (no km 12 da antiga estrada Rio-Petrópolis). Com a desativação da unidade industrial, foram abandonados no local cerca de 700 t de resíduos da produção de hexaclorociclohexano (HCH) e rejeitos industriais, sendo parte enterrada. A área contaminada é de aproximadamente 150.000 m<sup>2</sup>. Aproximadamente 1.500 pessoas residem nas proximidades do local e 40 funcionários aposentados viviam em casas dentro da propriedade (OLIVEIRA, 1994).

A Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente, órgão de controle ambiental do estado do Rio de Janeiro confirmou em 1989 a contaminação da área das cidades dos meninos (OLIVEIRA, 1994).

A indústria química Rhodia S.A – fabrica de agrotóxicos instalada em Cubatão, no Estado de São Paulo, que encerrou a atividade de produção de Pentaclorofenol em 1978 e desativou a unidade de fabricação de tetracloreto de carbono e percloroetileno, depositou os seus resíduos sólidos industriais, causando contaminação do solo e danos à saúde dos empregados, reconhecido judicialmente. Estima-se que a empresa tenha gerado em torno de 20.000 toneladas de resíduos tóxicos (MMA, 2004).

No Estado da Bahia, no município de Santo Amaro da Purificação, a empresa Plumbum Mineração e Metalurgia Ltda., que dedicava à atividade de fundição de chumbo, foi desativada, por determinação do órgão de controle ambiental local em 1994, tendo produzido no período de funcionamento aproximadamente 490 mil toneladas de escória contaminada com metais pesados, cuja destinação foi inadequada, causando contaminação da população e do meio ambiente, sobretudo o solo e as águas superficiais e subterrâneas (ANJOS *et al*, 2001).

Recentemente, a descoberta de mais duas novas áreas contaminadas no Estado de São Paulo, teve muita repercussão na opinião pública. O primeiro evento trata-se do Aterro Mantovani, localizado no município paulista de Santo Antônio da Posse, que operou durante 13 anos, recebendo resíduos industriais de 61 indústrias. O vazadouro foi fechado em 1987, tendo recebido nesse período cerca de 150 mil toneladas de resíduos considerados perigosos, contaminando o solo e as águas superficiais e subterrâneas (MMA, 2004).

Na cidade de Mauá, Estado de São Paulo, constatou-se que numa área onde foi implantado um conjunto residencial já habitado, com 50 edifícios, havia contaminação por resíduos industriais, tendo sido identificado substâncias químicas como o benzeno, o trimetilbenzeno, o decano e o clorobenzeno, dentre os 44 compostos orgânicos encontrados, contaminando uma área de 33 mil metros quadrados. O conjunto habitacional foi construído sobre uma área que havia servido de depósito de resíduos industriais da empresa Cofap (O Estado de São Paulo, 2001).

Há registros de diversos casos como os relatados acima, e acredita-se que existem muitos outros que ainda não foram identificados. É importante ressaltar que mesmo nos casos

constatados, a situação mantém-se crítica com a relação a descontaminação da área, fato que impõe risco à saúde humana e ao meio ambiente, além dos impactos sócio-econômicos. Na maioria dos casos, a fonte de poluição ainda permanece no local.

A utilização do solo como local de disposição dos resíduos sólidos, mesmo que temporário, envolve medidas de segurança, para evitar que percolação de poluentes para camadas mais profundas, alterando a qualidade ambiental.

Um aspecto relevante no sentido da potencialização da poluição dos solos por resíduos diz respeito à alteração de suas propriedades, como textura, granulometria, microbiologia, estrutura, capacidade de troca iônica e pH. Segundo Mondeli (2004), os contaminantes presentes nos resíduos podem influenciar nas propriedades fundamentais, sendo uma delas a condutividade hidráulica, ou permeabilidade, que é a capacidade do solo em transmitir água. Essas alterações podem alterar o potencial produtivo do solo.

Além da degradação do solo, a disposição inadequada de resíduos oferece riscos ao ambiente quanto ao aspecto contaminação das águas subterrâneas e superficiais. A contaminação das águas subterrâneas é devido à lixiviação de componentes tóxicos presentes nos resíduos, que são arrastados até alcançar os aquíferos. A estrutura de drenagem interna do solo contribui para o arraste dos resíduos. Segundo Mestrinho (1999), uma das formas de contaminação das águas subterrâneas é decorrente de atividades industriais, principalmente, a disposição de seus resíduos no solo.

Como consequência da disposição inadequada dos resíduos no solo, temos também a poluição das águas de superfície, em decorrência do carreamento superficial de poluentes presentes nos resíduos, situação potencializada com a erosão do próprio solo contaminado.

A preocupação com a poluição decorrente dos resíduos industriais não se deve apenas ao fato da existência de metais pesados e compostos orgânicos em sua composição. Segundo Hirata (1993), os principais contaminantes presentes nos resíduos sólidos são as substâncias orgânicas sintéticas, a matéria orgânica e metais, destacando ainda que a sua disposição provoca a salinidade no solo e nas águas subterrâneas.

Não só as substâncias orgânicas, mas também a presença de matéria orgânica nos rejeitos, tem despertado o interesse nas autoridades, tendo em vista o potencial de lixiviação de elementos como o nitrogênio, os quais podem atingir as águas subterrâneas. Águas que apresentam

concentrações de  $\text{N-NO}_3^-$  maiores que 3 mg/L já são consideradas contaminadas (MUCHOVEJ & REHCIGL, 1995). A Organização Mundial de saúde estabelece o limite de 10 mg/L de nitrato para água potável.

A ocorrência de contaminação não indica obrigatoriamente poluição. Segundo Mondelli, (2004), a existência de contaminação não implica necessariamente em desequilíbrio ecológico, mas sim na capacidade de transmitir substâncias ou microrganismos. Da mesma forma, a ocorrência de poluição indica alterações ecológicas no meio, não implicando necessariamente riscos à saúde.

Outro impacto relacionado com a disposição dos resíduos no solo está associado à poluição atmosférica. O arraste de poluentes pelo vento e os odores exalados pelos resíduos afetam a qualidade ambiental, podendo causar problemas de saúde.

Diante disso, o grande desafio do setor industrial e minerário é implantar um bom programa de gerenciamento de resíduos sólidos, para minimizar os impactos negativos decorrente da disposição de seus resíduos.

### *3.6 Aspectos legais dos resíduos sólidos*

Os instrumentos para controle da poluição de origem industrial são anteriores à Lei Federal nº 6.938/81. O primeiro instrumento legal que tratou do assunto foi o Decreto-Lei nº 1.413, de 14 de agosto de 1975, que “Dispõe sobre o controle da poluição do meio ambiente provocada por atividades industriais”, posteriormente regulamentado pelo Decreto nº 76.389, de 3 de outubro deste mesmo ano, que “Dispõe sobre as medidas de prevenção e controle da poluição industrial que trata o Decreto-Lei nº 1.413/75 e dá outras providências” (BRASIL, 1975). Entretanto, o marco do controle da poluição ambiental no âmbito federal foi a Lei nº 6.938/81, de 31 de agosto de 1981, que estabeleceu princípios, diretrizes da Política Nacional de Meio Ambiente, que está sustentada em três princípios básicos:

- Princípio da Precaução:

De acordo com tal princípio, a autoridade deve exercer ações preventivas quando houver indícios que as substâncias a serem lançadas no meio ambiente possam causar poluição ou degradação ambiental (BROLLO *et al.*, 2001). O artigo 2º da Lei Federal nº 6.938 dispõe que a “Política Nacional de Meio Ambiente tem por objetivo a preservação, melhoria da qualidade

ambiental”. O Princípio da Precaução, presente na Declaração do Rio (ONU, 1992), estabelece que, de modo a proteger o meio ambiente, *quando houver ameaça de danos sérios ou irreversíveis, a ausência de absoluta certeza científica não deve ser utilizada como razão para postergar medidas eficazes e economicamente viáveis para prevenir a degradação ambiental*.

- Princípio da Cooperação:

Refere-se à implementação de uma política de gestão ambiental compartilhada, prevista na Constituição Federal no seu artigo 23, que estabelece que é competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios proteger o meio ambiente em qualquer das suas formas (BRASIL, 1981).

- Princípio do “poluidor-pagador”:

Tal princípio estabelece a obrigação do causador do dano ambiental de recuperar o meio ambiente, sendo ele o responsável pelos custos de prevenção e da reparação. Ou seja, estabelece que são os geradores de resíduos que devem arcar com o custo das intervenções necessárias ao cumprimento das normas para o manejo ambiental adequado dos resíduos sólidos, inclusive a reabilitação das áreas contaminadas pela sua disposição inadequada.

Para o cumprimento dos objetivos da Política Nacional do Meio Ambiente, dentre os quais se destaca a compatibilização do desenvolvimento com a preservação e o equilíbrio ecológico do meio ambiente, devem-se estabelecer diretrizes através de normas e planos destinados a orientar as ações dos Governos da União, Estados e Municípios no que refere-se à preservação do meio ambiente (BRASIL, 1981).

Nesse sentido, ainda na década de 80, o Governo do Estado de Minas Gerais, por meio da Deliberação Normativa COPAM n° 07, de 29 de setembro de 1981, tratou legalmente pela primeira vez o tema resíduos sólidos. O COPAM, na época, Comissão de Política Ambiental, regulamentou a disposição final dos resíduos sólidos de qualquer natureza. Nessa Deliberação, ficava proibida a disposição dos resíduos no solo, a não ser quando construído instalação específica para tal, como exemplo, um aterro sanitário, previamente aprovado pelo órgão de controle ambiental estadual. Já nesse instrumento jurídico, a responsabilidade por todas as etapas do gerenciamento do resíduo produzido, como o seu transporte, o seu tratamento e a sua disposição final estaria a cargo do gerador (MINAS GERAIS, 1981).

Posteriormente, o CONAMA, Conselho Nacional de Meio Ambiente, aprovou a Resolução N° 06 de 15 de junho de 1988, que estabeleceu a obrigatoriedade dos empreendimentos industriais, quando do seu licenciamento ambiental, de controlar os seus resíduos sólidos gerados, incluindo os passivos existentes anteriormente ao processo de licenciamento. Previasse nessa Resolução a realização de um inventário nacional de resíduos sólidos, e a aplicação de penalidade para as indústrias que não cumprissem os prazos estipulados.

Deveriam cumprir as exigências de apresentar as informações sobre a geração, características e destino final de seus resíduos sólidos gerados as indústrias metalúrgicas com mais de 100 funcionários; as indústrias químicas com mais de 50 funcionários; indústria de qualquer tipo com mais de 500 funcionários; as indústrias que possuíssem sistemas de tratamento de águas residuárias do processo industrial; e as indústrias que gerem resíduos perigosos, definidos como tal pelo órgão estadual de controle ambiental, tendo em vista a ausência, naquela época, de norma específica para classificação dos resíduos.

A partir de 1988, com a promulgação da Constituição Federal, a sociedade passou a ter direito ao meio ambiente equilibrado, garantido por lei (BRASIL, 1988). Nesse sentido, a disposição inadequada dos resíduos sólidos, causando degradação ambiental e, portanto, causando desequilíbrio ao meio ambiente, passou a ser ilegal.

Para o transporte modal de resíduos classe I – Resíduos Perigosos, de acordo com a NBR 10.004 (ABNT, 2004), a Deliberação Normativa do COPAM n° 01 de 22 de março de 1990 estabeleceu a obrigatoriedade do licenciamento ambiental no Estado de Minas Gerais (Minas Gerais, 1990).

A Deliberação Normativa COPAM n° 026, de 28 de julho de 1998 estabeleceu normas para o co-processamento de resíduos Classe I e Classe II (ABNT, 2004), em fornos de clínquer no Estado de Minas Gerais, considerando a necessidade do licenciamento ambiental para a atividade em questão, que passou a ter uma forte demanda, tendo em vista a quantidade de resíduos a serem destruídos associada à possibilidade de obtenção de energia necessária ao processo de clínquerização a custo reduzido. Atualmente, as cimenteiras estão cobrando para processar diversos tipos de resíduos em seus fornos de clínquer.

Posteriormente, em 26 de agosto de 1999, o Conselho Nacional de Meio Ambiente aprovou a Resolução n° 264, a qual estabeleceu procedimentos, critérios e aspectos técnicos específicos de licenciamento ambiental para a atividade de co-processamento de resíduos em fornos

rotativos de clínquer, para a fabricação do cimento, em todo o território nacional (BRASIL, 1999).

O CONAMA, considerando a necessidade de elaborar o Plano Nacional para o Gerenciamento de Resíduos Sólidos Industriais, aprovou a Resolução n° 313 de 29 de outubro de 2002, revogando a Resolução CONAMA n° 06 de 15 de junho de 1988 e estabeleceu que os resíduos existentes ou gerados pelas atividades industriais teriam controle específico e que seria elaborado o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos, e para tanto, as indústrias que pertenciam aos tipos de atividades listadas na Resolução deveriam apresentar ao órgão de controle ambiental estadual, informações sobre geração, características, armazenamento, transporte, tratamento, reutilização, reciclagem, recuperação e disposição final dos resíduos gerados no empreendimento (BRASIL, 2002).

Continuando na sua ação regulamentadora, o CONAMA aprovou a Resolução n° 316, de 29 de outubro de 2002, que dispõe sobre procedimentos e critérios para o funcionamento de sistemas de tratamento térmico de resíduos, que teve como objetivo disciplinar os processos de tratamento térmico de resíduos, estabelecendo procedimentos operacionais, limites de emissão e critérios de desempenho, controle, tratamento e disposição final de efluentes, visando mitigar os impactos sobre o meio ambiente à saúde pública (BRASIL, 2002).

Encontra-se em discussão no Congresso Federal, o Projeto de Lei que trata da Política Nacional de Resíduos Sólidos, que tem como objetivo o estabelecimento de diretrizes para o gerenciamento dos resíduos sólidos. Essa proposição, que se constitui de uma iniciativa legislativa, permanece em discussão há mais de 10 anos. O Projeto para a Política Nacional dos Resíduos Sólidos foi fundamentado nos incisos VI e XII do artigo 24 e no artigo 222 da Constituição Federal que classifica e define as regras da disposição dos resíduos industriais e de mineração, dentre outras fontes.

A proposta da Política Nacional de Resíduos Sólidos contempla as indústrias e as minerações, responsabilizando-os pelo gerenciamento completo de seus resíduos sólidos, desde sua geração até a destinação final, obrigando-os a elaborar um Plano de Gerenciamento de Resíduos Especiais. Essa mesma proposta define que além dos produtores de resíduos, os transportadores, comerciantes, coletores e operadores são também responsáveis pelos danos decorrentes de um manejo inadequado.

Em 2001, foi criada uma comissão especial na Câmara dos Deputados, com o objetivo de elaborar parecer sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos – Projeto de Lei nº 203, de 1991 e apensos. O Projeto de Lei possui 74 proposições apensadas.

Desta forma, a regulação da gestão dos resíduos sólidos tem sido feita por meio de resoluções emanadas por órgãos públicos, notadamente pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, não existindo uma lei específica que trate do assunto.

Com o objetivo de implantar no País uma política de resíduos sólidos, o CONAMA, em 30 de junho de 1999, aprovou o documento denominado “Proposição de 30 de junho de 1999, contendo anteprojeto de Lei que institui a Política Nacional de Gestão de Resíduos Sólidos”. A proposição apresenta definição e classifica os resíduos quanto a categoria e natureza.

Uma grande contribuição para a gestão adequada para os resíduos sólidos trata-se da Lei nº 9.605 de 1998, denominada de Lei de Crimes Ambientais. No seu artigo 54, inciso V – prevê pena de reclusão, de um a cinco anos, por lançamento de resíduos sólidos, em desacordo com as exigências estabelecidas em leis ou regulamentos (BRASIL, 1998).

Apesar disso, Mello (2002) argumenta que somente a lei pode criar direitos e restrições às atividades dos indivíduos, não cabendo aos regulamentos, instruções, portarias ou resoluções o estabelecimento de obrigações. Nesse sentido, a regulamentação das atividades de tratamento dos resíduos sólidos deve ser feita por meio de uma lei. Porém, as atividades de destinação de resíduos sólidos são regulamentadas pelas Resoluções e Deliberações dos órgãos ambientais

A Constituição do Estado de Minas Gerais, promulgada em 1989 dedica um capítulo para o meio ambiente, tendo em vista a Constituição Federal determinar no seu artigo 21, inciso V, que compete a União, aos Estados e ao Distrito Federal legislar concorrentemente sobre a proteção do meio ambiente e controle da poluição (MINAS GERAIS, 1989).

A Constituição Mineira trata da questão ambiental de maneira ampla, não existindo referência específicas sobre os resíduos sólidos, muito embora no seu artigo 214 fica estabelecido que o responsável por atividade considerada lesiva ao meio ambiente é obrigado a reparar o dano por ele causado, situação aplicável ao gerador, transportador, manipulador e destinatário do resíduo (MINAS GERAIS, 1989).

### 3.7 Gerenciamento dos resíduos sólidos

A gestão ambiental na esfera pública passa por diversos segmentos da sociedade, desde órgãos de controle, até os empreendimentos potencialmente ou efetivamente poluidores, contemplando aspectos legais, financeiros, administrativos, de planejamento, dentre outros. É um processo que depende, sobretudo, da interdisciplinaridade dos setores envolvidos.

Entende-se por gestão ambiental a administração de determinada região ou ambiente, com critérios de equilíbrio, garantindo o desenvolvimento e o bem-estar dos seres humanos, mantendo a integridade e a disponibilidade dos recursos naturais, de forma a sustentar a qualidade de vida, sem deteriorar os recursos renováveis e sem esgotar os não-renováveis (ZUQUETTI, 1993).

Para Souza (2000), o significado da gestão ambiental é o conjunto de ações que buscam a compatibilização entre o desenvolvimento e a qualidade ambiental, observando a capacidade de suporte do ambiente e as necessidades da comunidade.

Sob o enfoque do setor privado, Maimon (1999 *apud* Cagnin, 2000) define gestão ambiental como um conjunto de procedimentos adotados por uma organização no sentido de administrá-la, enfocando as questões ambientais.

Realizar a gestão ambiental pressupõe optar entre as alternativas e criar as condições para a promoção do desenvolvimento sustentável, integrando políticas, programas e práticas relativas ao meio ambiente, em processo de melhoria contínua, levando em consideração as pessoas e seu comportamento (POLI, 2003).

A implantação de um bom sistema de gestão ambiental demonstra a responsabilidade do empreendimento com a sociedade. A responsabilidade social da empresa inclui, além da proteção ambiental, projetos filantrópicos, educacionais, planejamento da comunidade, equidade nas oportunidades de emprego e serviços de interesse público (DONAIRE, 1995).

Com relação aos resíduos sólidos, o processo de gestão possui várias etapas, as quais, quando realizadas adequadamente, garantem o atendimento ao objetivo proposto, que é a minimização dos riscos impostos à saúde humana e ao meio ambiente. A gestão dos resíduos sólidos compreende as etapas de geração, armazenamento, coleta, transporte, acondicionamento, processamento, tratamento e destinação final.

Os setores industrial e minerário, visando não somente ao atendimento à legislação ambiental, mas também aos aspectos mercadológicos e à redução de custos de produção, têm buscado soluções para gestão dos seus resíduos sólidos, no sentido de reduzir os impactos ambientais e melhoria de sua imagem junto à população. Dentre as propostas de redução de geração de resíduos destacam-se as mudanças nos processos produtivos, substituição dos insumos e reaproveitamento dos resíduos na cadeia produtiva. Essa necessidade de melhorar o sistema de gestão dos resíduos implica na definição de novas alternativas tecnológicas.

Segundo Junior (2004), a mudança de atitude das indústrias com relação ao meio ambiente, respondendo às pressões da opinião pública, é percebida na medida em que os problemas ambientais deixam de ser um custo de produção e se tornam possibilidades de se alterar formas de produzir, consumindo menos insumos e desta forma, otimizando a produção. Nessa mudança de postura, as indústrias químicas criam no Canadá, em 1984, o Programa Atuação Responsável (*Responsible Care Program*), baseado nos princípios da gestão da qualidade total, avaliando os riscos potenciais e efetivos para o meio ambiente, saúde e segurança, decorrentes das atividades de fabricação e dos produtos químicos, mantendo a sociedade informando dos mesmos.

Um dos princípios da Política Nacional de Meio Ambiente (BRASIL, 1981), o Princípio da Precaução deve nortear as ações de gerenciamento e controle ambiental dos empreendimentos potencialmente poluidores. Segundo Ticner & Raffensperger *apud* Meira (2003), o Princípio da Precaução tem sua origem no Princípio de “vorsorge”, surgido na Alemanha nos anos setenta, no qual os danos ambientais podem ser evitados a partir de um planejamento minucioso e evitando as atividades potencialmente perigosas.

A partir desse conceito, foram estabelecidas diretrizes para implementação das políticas no âmbito das nações, visando à antecipação das situações problemáticas, a fim de evitar a ocorrência de danos, que acarretariam em custos de reparação, nem sempre possíveis, e indenização. As incertezas quanto aos efeitos da poluição sobre o meio ambiente, tendo em vista a complexidade das relações ecológicas e a amplitude que os seus danos podem acarretar, bem com a ausência de conhecimentos suficiente para recuperação da degradação ambiental justificam o Princípio da Precaução (O’RIORDAN, 2000).

Nesse sentido, as ações de gerenciamento devem privilegiar as ações de eliminação ou redução ao máximo, dos despejos. Denomina-se Prevenção da Poluição (P2) a redução do resíduo na fonte, com práticas que reduzam ou eliminam a criação de poluentes, tornando o

processo produtivo mais eficiente, no sentido de um melhor aproveitamento da matéria-prima, insumos e energia (SHEN, 1995). Como técnicas de prevenção de poluição, temos a Produção Mais Limpa e Análise do Ciclo de Vida.

### 3.7.1 Produção Mais Limpa – P+L

A Produção Mais Limpa trata-se de um modelo de administração industrial, desenvolvido pelo Programa de Indústria e Meio Ambiente do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente – PNUMA. Segundo o PNUMA (1992), o Programa Produção Mais Limpa é uma estratégia de produção que tem como objetivo reduzir os riscos para o meio ambiente, reduzindo a geração de resíduos, ao mesmo tempo em que otimiza o consumo de matéria-prima e energia.

Como modelo de produção, a P+L é bastante avançada, tendo que em vista que as ações transcendem os limites do empreendimento. Para a UNEP, as medidas de gestão devem se iniciar nos processos de extração da matéria-prima e dos insumos, até a sua disposição final. Nos processos produtivos, a P+L preconiza a utilização de práticas para a otimização da matéria-prima e energia e a eliminação de substâncias tóxicas. No ciclo de vida do produto, que compreende as etapas de projeto até o uso, recomenda a redução dos impactos ambientais das atividades necessárias para a realização dos serviços. Com relação às emissões provenientes da atividade produtiva, a P+L propõe a redução da quantidade e toxicidade dos efluentes e dos resíduos na fonte.

Segundo Furtado *et al.* (2001), as propostas que sustentam a Produção Mais Limpa baseiam nos princípios de auto-sustentabilidade dos recursos naturais, ultrapassando os elementos técnicos e econômicos, e incorporando componentes jurídicos, políticos e sociais. A P+L está baseada em quatro princípios fundamentais – precaução, prevenção, integração e controle democrático.

### 3.7.2 Análise do Ciclo de Vida – ACV

Trata-se de um instrumento de gestão ambiental usada na prevenção da poluição, que abrange todas as fases de produção de um determinado produto, levando em consideração todas as entradas e saídas nas várias etapas da vida de um produto. A avaliação enfoca desde a extração da matéria-prima natural, os processo de transformação, transporte, uso, reuso, reciclagem e disposição final (BAIRD, 2002).

Segundo a SETAC (Society of Environmental Toxicology and Chemistry), o processo tem como objetivo avaliar o impacto de um determinado produto, a partir da liberação de resíduos nas suas várias etapas de existência, durante todo o seu ciclo de vida.

Os resultados da análise do ciclo de vida de um determinado produto podem ser usados das seguintes maneiras (BAIRD, 2002):

Para minimizar os encargos ambientais associados à existência de determinado produto, processo ou atividade, a partir da identificação dos pontos de geração; para comparar dois ou mais produtos, com objetivo de determinar qual é o mais adequado do ponto de vista ambiental.

Segundo Meira & Kipersstok (2002), a Análise do Ciclo de Vida possibilita uma avaliação mais ampla e completa dos impactos ambientais decorrentes de determinada atividade, se comparada à Avaliação de Impacto Ambiental, permitindo identificar onde e em que momento se apresenta maior risco para o meio ambiente, possibilitando mudanças que levem à melhorias ambientais.

Como ferramentas de gestão ambiental, podem ser citadas ainda a Produção Limpa, Design para o Meio Ambiente, Emissão Zero, Ecologia Industrial e Eco-Eficiência, Prevenção da Poluição, Tecnologias Limpas, Tecnologias mais Limpas todas elas concebidas dentro dos princípios da precaução.

Embora já estejam disponíveis tantas ferramentas para a gestão ambiental, a maior parte dos empreendimentos ainda utiliza as tecnologias de controle de fim-de-tubo, que se contrapõe aos princípios da precaução. As tecnologias de fim-de-tubo atendem ao princípio de que toda atividade industrial tem seu nível de geração de resíduos, portanto, devem ser estabelecidos padrões de emissão, os quais devem ser atendidos pelas empresas.

Nessa linha de ação, o sistema produtivo investe em sistemas de tratamentos e disposição para os resíduos gerados, e não na busca de alternativas de redução dos mesmos. No sistema controle fim-de-tubo, a gestão dos resíduos é realizada de forma convencional, ou seja, não importa a quantidade de resíduos que é gerado, mas como dispô-lo adequadamente, ainda que seja preferível à contaminação ambiental em decorrência de uma disposição inadequada.

Para Marinho (2001), os sistemas fim-de-tubo implicam ainda em impactos ambientais, mesmo após o tratamento dos resíduos, que na maioria das vezes, ainda geram resíduos remanescentes de processos de tratamento, como exemplo a cinzas da incineração. Cita ainda a capacidade limitada de degradação dos resíduos no solo e rios, e os limites para o lançamento de substâncias tóxicas no meio ambiente, dificultando a disposição desses resíduos remanescentes.

As tecnologias fim-de-tubo implicam ainda custos adicionais para as indústrias, que são as responsáveis pelas etapas de disposição dos resíduos gerados, como acondicionamento, armazenamento, transporte, tratamento e destinação final adequada, não havendo compensação financeira para tal procedimento, a não ser cumprir a legislação ambiental e não receber multas e outras penalidades (MARINHO, 2001).

Dentro do entendimento que a biosfera tem uma capacidade limitada para receber toda essa carga de resíduos que são gerados pelas atividades de transformação, é necessário substituir esse modelo de gestão, desenvolvendo tecnologias para redução dos resíduos produzidos.

Na Proposição de 30 de junho de 1999, contendo o Anteprojeto de Lei que institui a Política Nacional de Gestão de Resíduos Sólidos (CONAMA, 1999), no Capítulo III, artigo 5º, são hierarquizados os princípios para gestão dos resíduos sólidos:

- I.a) a não geração de resíduos;
- II.a) a minimização de geração de resíduos;
- III.a) a reutilização;
- IV.a) a reciclagem;
- V.a) o tratamento;
- VI.a) a disposição final.

Nesse sentido, a Política Nacional de Gestão dos Resíduos Sólidos propõe incorporar os conceitos do desenvolvimento sustentável no âmbito da legislação que irá regulamentar o setor. Desta forma, os empreendedores devem buscar a eliminação da geração dos resíduos ou a sua minimização, o que, entretanto, nem sempre é possível, tendo em vista questões

econômicas. Assim sendo, o tratamento dos resíduos tem o objetivo de reduzir a sua toxicidade e o seu volume, minimizando as suas consequências sobre o ambiente.

### 3.8 Técnicas de Tratamento de Resíduos Sólidos

Define-se tratamento de resíduos como qualquer processo ou operação que modifique as suas características físico-químicas, composição ou propriedades, deixando-os em condições de serem dispostas de maneira adequada. Os processos de tratamento podem utilizar mecanismos físicos, químicos e biológicos, dependendo da característica do resíduo, bem como da forma de destinação final a qual será dada ao composto residual.

Os processos de tratamento e destinação final dos resíduos sólidos industriais e minerários utilizados com mais frequência são:

Incineração; Co-processamento; Estabilização; Solidificação; *Landfarming*; *Land-application*; Oxidação; Redução; Neutralização; Precipitação; Troca iônica; Recuperação eletrolítica; Extração por solventes; Flotação; Adsorção; Osmose reversa; Eletrodiálise; Aterro Sanitário; Aterro Industrial.

Segundo Oppelt & Dempsey (1993), as legislações e regulamentos que tratam do assunto, norteiam a modificação das práticas de gerenciamento de resíduos, induzindo a substituição de métodos de disposição direta mais baratos e tradicionais, como aterros industriais, para outras técnicas de tratamento físico-químico e biológico, tais como incineração e métodos de solidificação e estabilização química.

Descrevemos a seguir os principais métodos para tratamento e disposição final dos resíduos sólidos.

#### 3.8.1 Métodos Térmicos

Os processos térmicos têm como principais objetivos destruir os componentes orgânicos dos resíduos, reduzir o seu volume e a toxicidade de seus componentes, e transformá-lo em produtos sólidos e emissões atmosféricas inertes. Os métodos mais conhecidos são a incineração e o co-processamento, que são processos cada vez mais utilizados devido as restrições para o uso de aterros.

Outro argumento para a utilização de métodos térmicos para o tratamento dos resíduos diz respeito ao poder calorífico de certos rejeitos. A possibilidade de aproveitar o resíduo como fonte de energia atende às diretrizes da Agenda 21, na medida em que o mesmo retorna ao processo produtivo, reduzindo o consumo de recursos naturais energéticos.

Segundo Figueiredo (1995), a conversão térmica se constitui num importante processo para aproveitamento energético direto dos resíduos, entretanto, apesar dos argumentos dos defensores desse método, no qual, segundo eles, associa-se duas questões importantes, que são a geração de energia e a eliminação de rejeitos, é uma técnica que contrapõe o princípio da sustentabilidade ambiental do planeta, em função das dificuldades de queima de elementos complexos e heterogêneos encontrados nos resíduos, fato que pode gerar emissões tóxicas.

### 3.8.1.1 Incineração

É um método de tratamento que se utiliza da decomposição térmica à alta temperatura para destruir a fração orgânica do resíduo, tornando-o menos volumoso, diminuindo sua toxicidade, e em alguns casos, atóxico, ou até mesmo eliminá-lo. É um processo indicado para resíduos que apresentam características combustíveis ou com conteúdo significativo de orgânicos.

Segundo Rooca *et. al* (1993), os resíduos que apresentam maior potencial para serem incinerados, quanto a adequabilidade ao processo, são os resíduos orgânicos constituídos basicamente de carbono, hidrogênio e oxigênio, os que contêm carbono, hidrogênio, oxigênio e cloro com teor inferior a 30% em peso e os resíduos que apresentam seu poder calorífico inferior maior que 4.700 kcal/kg, não necessitando de combustível auxiliar para queima.

Os sistemas de incineração são considerados os mais eficientes quanto à destruição de resíduos, quando adequadamente projetados e operados (DEMPSEY E OPPELT, 1999). O processo de combustão é o mais importante na incineração do resíduo. Na combustão ocorre a oxidação térmica do resíduo, no qual o oxidante é o ar atmosférico. Para acontecer uma boa queima é necessário controlar a temperatura, a turbulência e o tempo de residência. Garantindo boas condições operacionais na combustão, não só dá temperatura atingida no forno, como do tempo de residência a uma temperatura suficientemente elevada, assegurará que 99,99% dos poluentes serão destruídos ou removidos (USEPA, 1999).

Os processos de incineração são geradores de resíduos sólidos e emissões atmosféricas, que devem ter controles específicos. O seu principal problema ambiental está associado à poluição do ar, devido à emissão de gases e material particulado. Segundo Baird (2002), a instalação de equipamentos de controle de emissões atmosféricas nos incineradores corresponde a cerca de metade do investimento. O investimento para a implantação de um incinerador é extremamente alto<sup>1</sup>.

As cinzas formadas no processo de combustão na maioria das vezes se apresentam bastante tóxicas, com a presença de metais pesados, necessitando de uma disposição final especial. Essas substâncias correspondem à constituintes inorgânicos do resíduo original.

Apesar de a incineração apresentar boa eficiência na destruição de resíduos e possuir vantagens sobre outros processos de tratamento de resíduos sólidos, favorecendo a minimização dos mesmos, há uma grande oposição a esse método. A possibilidade de lançar na atmosfera poluentes tóxicos, como dioxinas e furanos, compostos que oferecem riscos principalmente à saúde, provoca uma grande rejeição da opinião pública contra o processo de incineração.

Outro aspecto negativo do processo de destruição do resíduo por meio da incineração é que o problema da poluição não fica resolvido, uma vez que os poluentes são simplesmente transferidos.

### 3.8.1.2 Co-processamento

Nos últimos tempos, tem se intensificado o interesse por esse tipo de tratamento de resíduos sólidos. Na produção do cimento, o valor da energia corresponde a uma parcela significativa no custo da produção, aproximadamente 30%. Desta forma, a busca por combustíveis alternativos visa, sobretudo, melhorar a eficiência do processo produtivo, em relação à competitividade do produto.

Os fornos utilizados para produção de cimento são equipamentos rotativos e longos, trabalhando com temperaturas elevadas, podendo superar a 1.450°C, atingindo temperaturas mais altas e possuem maior tempo de residência se comparados com os incineradores tradicionais de resíduos sólidos perigosos. O resíduo substitui parte do combustível necessário

---

<sup>1</sup> O custo aproximado para incineração de resíduos está na faixa de R\$ 500,00 a R\$ 1.000,00, não estando incluído nesse preço as despesas com transporte

ao processo de clínquerização, podendo ser introduzido no forno pelo queimador, na caixa de fumaça ou no queimador do pré-calcinados.

Diferentemente do processo de incineração, a cinza fica incorporado ao produto final, que é o cimento. Quanto às emissões atmosféricas, o cuidado que deve ter diz respeito ao arraste de substâncias orgânicas e metais pesados, na forma de vapor ou sais alcalinos. Os procedimentos operacionais são fundamentais na geração de poluentes atmosféricos, e devem ser adotados sistemas de controle de poluição adequados e específicos, além de realizar o monitoramento do lançamento de poluentes para a atmosfera.

Outro aspecto a ser considerado no processo de co-processamento de resíduos em fornos de clínquer de fábrica de cimento diz respeito à qualidade do produto fabricado, tendo em vista que algumas substâncias químicas podem interferir na composição do cimento, afetando algumas de suas propriedades. Para não comprometer o processo produtivo, existem algumas restrições para o resíduo, como teor de água limitado a 1%, teor de sólidos, geralmente limitado a 20% e um baixa concentrações de metais, para evitar o entupimento dos queimadores (ROCCA *et al.* 1993).

Cabe aqui ressaltar que o controle do processo é feito em relação ao poder calorífico do resíduo, no caso de substituição de combustível ou pela concentração da Ca, Al ou Fe no resíduo, para a substituição da matéria-prima.

### 3.8.2 Métodos Biológicos

São processos de tratamento de resíduos que utilizam micro-organismos vivos para degradação dos contaminantes orgânicos e inorgânicos. Os micro-organismos utilizam as substâncias presentes nos resíduos como fonte de energia e de carbono. A intensa atividade dos micro-organismos existentes no ambiente promove a biodegradação, a dextoxificação, a transformação e a imobilização dos constituintes dos resíduos tratados, reduzindo os riscos da contaminação ambiental (ROCCA *et. al.*, 1993).

Esses métodos ainda são pouco utilizados, entretanto, nos últimos anos tem se intensificado os estudos nesse sentido. As condições climáticas existentes no País favorecem a utilização do processo de degradação biológica, associado ao baixo custo de implantação e manutenção. A limitação do processo diz respeito à característica do resíduo, que deve apresentar condições para a degradação biológica.

Existem variações entre processos de degradação biológica dos resíduos. Os processos mais utilizados são o *landfarming*, o *land application* e a compostagem. Nos dois primeiros, o resíduo permanece no mesmo local onde ocorre o tratamento, sendo que na compostagem o produto final é destinado a outro local.

### 3.8.2.1 Landfarming

O sistema *landfarming* de tratamento de resíduos foi utilizado inicialmente nas empresas da área petroquímica, denominando piscina de borras. O método consiste na disposição dos resíduos oleosos diretamente no solo, onde permanecem em processo de degradação biológica realizada pelos microorganismos presentes. Segundo a CETESB (1985), o substrato orgânico de um resíduo é degradado biologicamente na camada superior do solo e os íons metálicos, porventura presentes no resíduo e liberados no processo biológico, são incorporados na mesma camada, evitando dessa forma a contaminação do subsolo e das águas subterrâneas. Nesse processo não há incorporação do resíduo no solo. O solo é utilizado apenas como suporte para o resíduo, não havendo a utilização agrícola dos nutrientes e da matéria orgânica disponibilizadas no processo, fato que permite taxas de aplicações bem superiores quando comparada com o uso em áreas agrícolas (SANTOS, 2003).

O resíduo, para ser tratado no *landfarming*, deve apresentar determinadas características físicas, como teor de umidade, para que ocorra o processo de degradação. A seleção do local para implantação do sistema é um dos aspectos fundamentais para a eficiência do processo, bem como a taxa de aplicação do resíduo.

Segundo Rocco (1993), devem ser evitados a utilização de locais que apresentam litologia muito permeável, zonas de falha ou de fatura, aquíferos cársticos ou importantes para o abastecimento de água, formações geológicas cársticas, regiões de recarga de aquíferos, afloramento de rocha com perfil do solo pouco desenvolvido, nível d'água subterrânea elevado, próximos de fonte de abastecimento de água e elevado índice pluviométrico.

Durante e após o processo de degradação biológica, a área destinada ao projeto de *landfarming* deve ser monitorada continuamente, visando evitar a migração dos constituintes

do resíduo para os aquíferos. Dessa forma, o local utilizado se torna uma área de sacrifício<sup>2</sup>. O tempo de degradação do resíduo depende fundamentalmente da composição do mesmo.

### 3.8.2.2 Land Application

Processo de tratamento e disposição no qual o resíduo é utilizado como condicionador do solo agrícola. A aplicação do resíduo diretamente na agricultura pode ser uma solução adequada, tendo em vista que várias substâncias presentes nos resíduos são benéficas ao solo e às plantas, melhorando as suas características físicas, químicas e biológicas.

A utilização do resíduo sólido como condicionador de solo é limitada, em decorrência da presença de substâncias em concentrações que possam comprometer a qualidade ambiental, principalmente, trazer consequência negativa para a saúde humana.

A aplicação de resíduos sólidos na agricultura é praticada nos EUA desde a década de 70, principalmente com os biossólidos municipais (HARRISON *et al*, 2003). Biossólido é o resíduo semissólido resultante do processo de tratamento de águas residuárias por processos biológicos, também chamado de lodo de estação de tratamento de efluentes líquidos (Molina, 2004). Para a WEF (WATER ENVIRONMENT FEDERATION – 1993, *apud* LOPES, 2001), o termo biossólido é utilizado para designar o lodo que tenha como destino final uma finalidade útil.

A utilização do lodo biológico como condicionador de solo reduziu em 25% o custo para a destinação final adequada para esse resíduo (TAVARES, 2003).

Existem vários resíduos sólidos com potencial para serem utilizados como condicionadores de solo. Os resíduos mais utilizados para essa finalidade são os biossólidos municipais, os lodos de estações de tratamento de efluentes líquidos industriais, resíduos industriais de celulose e papel, cinzas de incineradores e caldeiras, compostos derivados da compostagem de resíduos urbanos e resíduos de produtos florestais (HARRISON *et al*, 2003).

Segundo Maciel *et al* (2003), a aplicação do biossólido na agricultura não é prejudicial a saúde ou ao ambiente, tendo em vista suas características, que são semelhantes a outros orgânicos de uso agrícola, tais como o esterco bovino, avícola etc. Entretanto, a presença de esgotos industriais e substâncias químicas de uso doméstico podem comprometer a qualidade

---

<sup>2</sup> Áreas de sacrifício são localidades em que observa-se uma superposição de empreendimentos e instalações responsáveis por danos e riscos ambientais.

do lodo biológico gerado. Da mesma forma, os resíduos sólidos industriais de outras origens, como as cinzas de caldeira, podem apresentar composições químicas prejudiciais ao ambiente e a saúde.



**Figura 3-1: Área de *land-application* – Solo aplicado com lodo**

Fonte: Oliveira (2004)

Segundo Ferreira *et al* (2003), a aplicação de resíduos de curtume, especificamente lodo de curtume e de serragem cromada, proporcionou melhorias no solo utilizado. Com o emprego dessa técnica obteve-se rendimentos de soja e milho semelhantes àquela com adição de fertilizante nitrogenado, e estimulou a atividade microbiana sem afetar a população de bactérias, fungos e ctinomicetos.



**Figura 3-2: Área utilizada para *land-application***

Fonte: Oliveira (2004)

Uma das preocupações existentes com relação ao uso agrícola de resíduos diz respeito à possibilidade contaminação do meio ambiente. A presença de poluentes como patógenos, metais pesados e compostos orgânicos persistentes são fatores que podem gerar impactos ambientais negativos (CHANEY & RYAN, 1993 *apud* PIRES, 2003). Os contaminantes, ao serem dispostos no solo, podem se acumular no ambiente, ou entrar na cadeia alimentar. Outra substância importante no tocante ao *land application* trata-se do nitrato, devido à falta de sincronismo entre sua mineralização e absorção pelas plantas, fato que poderá provocar a contaminação das águas subterrâneas.

A utilização da técnica conhecida como *land application* implica em uma constante monitorização tanto do solo como do resíduo a ser aplicado, tendo em vista a existência de riscos ambientais. Alguns fatores relacionados à localização da área a ser utilizada para o *land-application* devem ser considerados como limitadores, tais como proximidade de cursos d'água, profundidade de lençol freático, proximidade de áreas residenciais, dentre outras.

No CONANA foi criada uma câmara técnica para discutir e apresentar uma proposta de norma técnica para aplicação de resíduo no solo. Os Estados Unidos e a União Européia já possuem legislações específicas que tratam da aplicação de biossólidos na agricultura. No Brasil, utiliza-se a Norma P 4.230 da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental –

CETESB, órgão de controle ambiental do Estado de São Paulo, a qual estabelece procedimentos para utilização de biossólidos.

### 3.8.2.3 Compostagem

A compostagem é um processo biológico de transformação da fração orgânica em substâncias húmicas, estabilizadas, com propriedades e características diferentes da matéria original, da qual resulta um produto denominado composto. A compostagem é considerada um sistema de reciclagem dos resíduos, e segundo Metcalf & Eddy (1991), é uma alternativa financeira e ambientalmente mais viável.

Trata-se de uma importante técnica para o aproveitamento de resíduos orgânicos, no qual é produzido um composto orgânico que pode se constituir em material de boa qualidade para melhorar as características físicas e físico-químicas do solo. O processo é resultado da atividade de micro-organismos que convertem o nitrogênio em  $\text{NH}_3$  durante a decomposição do material orgânico. (CORRENTE *et al* , 2001).

Segundo Lima (2001 *apud* FERRUCIO, 2003), o processo de compostagem já era utilizado na antiguidade pelos orientais, que faziam uso do composto formado para adubação do solo. Nessa época, o processo era artesanal. Visando a diminuição do tempo para a obtenção do composto estável, foram criados processos mecanizados.

O processo consiste da formação de leiras que permanecem em média entre 60 e 90 dias, quando acontece a decomposição aeróbia de substratos orgânicos. Como a maioria dos processos de tratamento de resíduos, é necessária a utilização de técnicas adequadas para a produção de um composto que possa ser utilizado na atividade agrícola. São condições básicas para a realização de uma adequada compostagem conseguir um ambiente aeróbico e umidade adequada, necessárias à atividade microbiana, visando o desenvolvimento celular e dissolução de nutrientes. Uma compostagem sem controle do teor de umidade do solo poderá produzir um composto fisicamente estabilizado, mas biologicamente instável e passível de provocar problemas ambientais (PEREIRA NETO & MESQUITA, 1992 *apud* JAHNEL,1999).

Para a realização do processo de compostagem, é necessário que o resíduo apresente características adequadas, como a presença de matéria orgânica, sendo que em determinados casos pode ser necessária a adição de substâncias orgânicas visando acelerar o processo de

estabilização do resíduo. Um fator limitante da adoção dessa técnica é a presença de metais pesados, que nesse caso será transferido ao composto produzido, podendo gerar poluição ambiental.

### 3.8.3 Aterro

A utilização do aterro como forma de disposição final dos resíduos sólidos constitui-se de uma prática comum na maioria dos municípios brasileiros, mesmo que em grande parte dessas localidades trata-se de um vazadouro municipal, sem o obedecer as técnicas adequadas. Segundo a FEEMA (1998 *apud* SISSINO, 2003), que uma grande parte dos resíduos industriais gerados no Estado do Rio de Janeiro estão sendo depositados em aterros municipais, uma vez que o Estado não possui aterros para resíduos industriais não-inertes. A situação é agravada pelo fato de vários dos aterros localizados no Estado do Rio de Janeiro não operam de forma eficiente, transformando-se em fontes potenciais de contaminação ambiental e de riscos à saúde humana (FEEMA, 1998). Esse quadro pode está sendo reproduzido nos demais estados brasileiros. De acordo com dados do IBGE (2002), 72% dos resíduos sólidos de origem urbana produzidos no Brasil são dispostos no solo, na forma de vazadouros e lixões, sem nenhum tipo de controle. A disposição de resíduos sólidos industriais em aterros sanitários municipais ocorre com frequência no Estado de São Paulo (CETESB, 2003).

A utilização do aterro sanitário com forma de disposição de resíduos sólidos é baseada no seu confinamento solo, recoberto com camadas se terra. Segundo Rocca (1993), o aterro garante um confinamento seguro do resíduo, em termos de poluição ambiental e proteção da saúde, quando são utilizados critérios adequados de engenharia e normas operacionais específicas. Nessa técnica, não se busca o aproveitamento dos nutrientes presentes nos resíduos, no entanto, ocorre processo de biodegradação, gerando subprodutos. Os aterros não servem para disposição de todos os tipos de resíduos sólidos. Os resíduos cujos poluentes neles contidos são passíveis de atenuação no solo, por meio de processos de degradação, ou por processos de retenção físico-química podem ser dispostos em aterros. Os resíduos com características inflamáveis, reativos, oleosos, organo-persistentes ou que contenham líquidos livres não devem ser dispostos em aterros (ROCCO *et al*, 1993).

È importante entender que o método de aterramento de resíduos não se trata de apenas depositar o material e o mesmo permanecer armazenado, mantendo as mesmas características originais. O solo funciona como um reator, onde ocorrem mecanismos que agem como

atenuadores da poluição presente nos resíduos. Os principais processos que ocorrem no solo são a dispersão hidrodinâmica e as reações geoquímicas.

Segundo as recomendações da EPA (USEPA, 1989) e da Comunidade Européia (Legislação Européia, 1991), a disposição dos resíduos sólidos em aterros deve ser a última alternativa a ser adotada para destinação desses materiais, apesar de ser uma técnica muito utilizada na Europa.

A definição da concepção de um projeto de aterro para resíduos sólidos deve atender a exigências sociais, ambientais e econômicas, e a área escolhida para a implantação da unidade deve ser aquela que proporcionará menores riscos para o meio ambiente e a saúde pública.



**Figura 3-3: Aterro para resíduos não perigosos, em implantação**

Fonte: Oliveira (2004)

Para a concepção de um projeto de aterro, deve estabelecer previamente quais os tipos de resíduos que serão depositados naquele local. Há uma diferença importante entre aterros destinados a disposição de resíduos perigosos e os aterros destinados a resíduos não-perigosos. Segundo Rocco (1993), Os aterros projetados e utilizados especialmente para disposição de resíduos sólidos urbanos são denominados aterros sanitários, enquanto os aterros destinados a disposição de resíduos industriais são denominados aterros industriais.

Na Conferência da Basiléia (UNEP, 1994), foram definidas condições para implantação e operação aterros de resíduos classificados como perigosos, que são as seguintes:

- local adequado do ponto de vista hidrogeológico;
- local distante de zonas densamente povoadas;
- local de acesso fácil;
- acesso ao local que não utilize vias que passem por concentrações populacionais;
- impermeabilização dos locais onde serão dispostos os resíduos;
- captação e tratamento dos líquidos lixiviados;
- cobertura dos resíduos.

A área a ser escolhida para a implantação de aterro sanitário para resíduos sólidos deve atender os seguintes aspectos (IPT/CEMPRE, 2000):

- menor potencial para geração de impactos ambientais;
- solos menos permeáveis;
- distância de habitações e cursos d'água;
- maior vida útil para o aterro;
- menores custos de implantação;
- menores custos operacionais

A concepção da construção de um aterro determinará o tipo de tratamento que ocorrerá, que pode ser digestão anaeróbia, digestão semi-anaeróbia, digestão aeróbia, considerando os resíduos degradáveis biologicamente. No aterro destinado à disposição de resíduos sólidos urbanos, há basicamente formação de metano e hidreto de enxofre, em decorrência do processo anaeróbio. Já nos aterros destinados à disposição de resíduos sólidos estritamente industriais, a geração de metano não será significativa, entretanto, poderá ocorrer a formação

outros gases prejudiciais à saúde e ao meio ambiente, dependendo da composição química das substâncias depositadas. Nesse sentido, é importante a construção de células individuais, agrupando resíduos compatíveis entre si, visando evitar que ocorram reações indesejáveis entre os resíduos depositados.

Em linhas gerais, um aterro é geralmente uma vala escavada no solo, no qual os resíduos são depositados. Uma variação no projeto de aterros sanitários é a disposição dos resíduos na forma de bancadas, no qual na sua operação vão sendo formados taludes.

A principal preocupação quanto à operação de aterros se trata do risco da contaminação das águas subterrâneas e superficiais. Os depósitos de resíduos não podem ser considerados como o ponto final para muitas das substâncias contidas ou produzidas a partir do resíduo armazenado. Soma-se ao percolado gerado pela decomposição dos resíduos, as águas das chuvas, que atingem o interior do material, arrastando várias das substâncias orgânicas e inorgânicas presentes, aumentando o volume de líquido. O líquido percolado, cuja composição é muito variável, pode infiltrar no solo e atingir as águas subterrâneas. Existe também a possibilidade do líquido escorrer e alcançar as coleções hídricas superficiais. Tais situações podem comprometer a qualidade das águas, tornando-as impróprias para o uso.

Para evitar a contaminação ambiental decorrente da percolação dos líquidos lixiviados do aterro, faz-se necessário a sua coleta e tratamento, antes do seu descarte para o meio ambiente. As características físico-químicas e biológicas do lixiviado são particulares de cada aterro, uma vez que depende dos resíduos depositados, e desta forma, o tipo de tratamento a ser adotado dependerá destas características. O lixiviado apresenta normalmente uma baixa vazão e altas concentrações de poluentes, principalmente uma alta demanda bioquímica de oxigênio. As técnicas de tratamento utilizadas são as mesmas das praticadas para o tratamento das águas residuárias de origem industrial e sanitária.

Outro aspecto importante com relação à operação do aterro que recebe resíduos industriais, na forma exclusiva ou na co-disposição com resíduos sólidos urbanos, diz respeito ao seu monitoramento. O monitoramento deve compreender os seguintes elementos (Rocco, 1993):

- plano de registro e controle de resíduos;
- plano de amostragem de resíduos;

- plano de segregação de resíduos;
- plano de emergência;
- plano de monitoramento das águas subterrâneas, e
- plano de monitoramento do aquífero.

O plano de monitoramento do aquífero se constitui de uma atividade que não se encerra com o fechamento do aterro. O monitoramento das águas subterrâneas deve permanecer pelo período mínimo de 20 anos, elevando os custos para a técnica em questão. Outro agravante para a adoção de aterro como método para disposição final de resíduos é o uso futuro da área, que é limitada pelos riscos que atividade oferece para a saúde humana.

### 3.9 Licenciamento Ambiental e Programa de Automonitorização Ambiental

O licenciamento ambiental se constitui em um mecanismo importante de gestão preventiva do meio ambiente, e tem como principal objetivo planejar a intervenção antrópica no ambiente, avaliando preliminarmente os seus impactos. De acordo com a Lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981, que institui a Política Nacional de Meio Ambiente, o licenciamento se constitui de um dos seus instrumentos para a execução da referida política (BRASIL, 1981).

Posteriormente, em 1998, por meio da Lei Nº 9.605/98, denominada Lei de Crimes Ambientais, o instrumento do licenciamento ambiental foi reforçado, com a previsão no seu artigo 44 da aplicação de multa na hipótese da construção, ampliação, instalação e operação de empreendimentos potencialmente ou efetivamente poluidores, sem a devida licença ou autorização dos órgãos ambientais competentes (BRASIL, 1998).

No licenciamento ambiental, o poder público estabelece condições para a realização de determinadas atividades, de maneira a garantir a minimização dos impactos ambientais decorrentes da sua implantação. De acordo com Fink & Macedo (2002), o Licenciamento Ambiental não se trata de uma proibição ao direito constitucional de liberdade empresarial e à propriedade privada, mas um procedimento que estabelece condições e impõe restrições, com objetivo de reduzir os impactos negativos em níveis aceitáveis. Nesse sentido, o licenciamento torna-se um importante instrumento de controle ambiental, na medida de estabelece condições para o funcionamento de atividades potencialmente ou efetivamente

degradadoras do meio ambiente. O licenciamento ambiental é o instrumento para monitoramento das atividades que utilizam os recursos naturais do Estado (SEMAD, 2004).

Objetivamente, a função do licenciamento é otimizar a operação do empreendimento, sobre o ponto de vista ambiental, assegurando que atividade econômica possa proporcionar o desenvolvimento da sociedade, sem interferir negativamente na qualidade do meio ambiente, garantindo o atendimento da atual e das futuras gerações (KIRCHHOFF, 2004).

O licenciamento ambiental, conforme estabelecido no Decreto Federal nº 99.272, de 6 de junho de 1990, que regulamenta as leis federais nº 6.938/81 e 6.902/01, deverá obedecer três fases distintas: A Licença Prévia, na fase de planejamento, na qual se discute a viabilidade ambiental do empreendimento; a Licença de Instalação, na fase de implantação do empreendimento, na qual se analisa os projetos de controle ambiental; e a Licença de Operação, na fase de funcionamento da atividade licenciada, na qual se verifica a operação dos sistemas de controle implantados.

O licenciamento de empreendimentos potencialmente poluidores instalados no Estado de Minas Gerais cabe ao COPAM – Conselho Estadual de Política Ambiental ou aos órgãos seccionais, FEAM – Fundação Estadual do Meio Ambiente e IEF – Instituto Estadual de Florestas. Nos casos previstos no artigo 4 da Resolução CONAMA nº 237/87, a competência do licenciamento é do IBAMA – Instituto Brasileiro de Meio Ambiente. Os empreendimentos e atividades localizadas ou desenvolvidas no Brasil e em país limítrofe, no mar territorial, na plataforma continental, em terras indígenas, em unidades de conservação do domínio da união, em dois ou mais estados e destinados a utilizar material radioativo, devem ser licenciados pelo IBAMA. A Resolução CONAMA nº 237/97 define um elenco mínimo de atividades passíveis de serem licenciadas.

A Licença de Operação é concedida por prazo determinado, no qual o empreendimento deverá cumprir o programa de controle ambiental proposto e liberado pelo órgão do controle responsável pelo acompanhamento da atividade. A maioria dos empreendimentos industriais e de mineração gera águas residuárias, emissões atmosféricas e resíduos sólidos. O plano de controle ambiental deverá prever propostas para mitigar os impactos decorrentes da atividade, que após implantados, deverão ser monitorizados para verificação do cumprimento dos padrões legais. Esse procedimento denomina-se Programa de Automonitorização Ambiental, no qual são estabelecidos os parâmetros e a frequência das análises dos efluentes líquidos, emissões atmosféricas e resíduos. Para cada empreendimento licenciado, define-se um

programa de automonitorização, o qual a empresa deverá cumprir. Os resultados do programa de automonitorização realizado pela empresa devem ser remetidos ao órgão seccional periodicamente, para avaliação e verificação do cumprimento dos padrões legais e da eficiência do sistema de gestão.

Para o acompanhamento dos resíduos sólidos gerados no empreendimento, a FEAM elaborou o programa de inventário de resíduos, no qual a empresa deverá periodicamente, prestar informações sobre a sua geração, de acordo com o quadro 1, modelo da planilha do programa de automonitorização ambiental, caso o programa conste como uma condicionante da Licença de Operação.

| Resíduo     |        |        | Taxa de geração no período | Transportador (nome, endereço, telefone) | Empresa receptora (nome, endereço, telefone) | Forma de disposição final (*) |
|-------------|--------|--------|----------------------------|--|--|-------------------------------|
| Denominação | Origem | Classe |                            |  |  |                               |
|             |        |        |                            |  |  |                               |

**Tabela 3-1: Planilha do programa de automonitorização ambiental – inventário de resíduos**

Fonte: FEAM (2004)

A realização do programa de automonitorização, caso seja aprovado por ocasião da concessão da Licença de Operação pelo COPAM ou pelos órgãos seccionais, passa a integrar o Plano de Controle Ambiental, que deverá ser cumprido pelo empreendimento, constituindo uma condicionante do licenciamento. O Decreto Estadual nº 43.905, de 26 de outubro de 2004, estabeleceu que, o não cumprimento de condicionantes aprovadas na Licença de Operação, se constitui de penalidade, que é considerada infração grave caso não se comprove a poluição, e gravíssima, caso se constate a ocorrência de poluição ou degradação ambiental (MINAS GERAIS, 2004).

### 3.10 Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Industriais do Estado de Minas Gerais

Em outubro de 2002, o CONAMA aprovou a Resolução Nº 313, na qual as indústrias que exerciam as atividades discriminadas na referida resolução, deveriam, no prazo máximo de um ano após a sua publicação, ou de acordo com o estabelecido pelo órgão estadual de meio ambiente, apresentar a este, informações sobre geração, características, armazenamento, transporte e destinação de seus resíduos sólidos. As atividades discriminadas na referida Resolução são as seguintes:

- preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos de viagem e calçados;

- fabricação de coque, refino de petróleo, elaboração de combustíveis nucleares e produção de álcool;
- fabricação de produtos químicos;
- metalurgia básica;
- fabricação de produtos de metal, exclusive máquinas e equipamentos;
- fabricação de máquinas e equipamentos;
- fabricação de máquinas para escritório e equipamentos de informática;
- fabricação e montagem de veículos automotores, reboques e carrocerias;
- fabricação de outros equipamentos de transporte.

Ficou estabelecido também que o órgão ambiental responsável pela realização do inventário poderia incluir outras atividades industriais, a seu critério. Os resultados do inventário deveriam ser repassadas ao IBAMA no prazo máximo de 2 anos após a data da publicação da Resolução (BRASIL, 2002).

No Estado de Minas Gerais, a FEAM ficou responsável pelo inventário estadual de resíduos sólidos industriais. O inventário foi realizado no período de agosto de 2002 a junho de 2003, e a relação das indústrias foram obtidas nos bancos de dados existentes na FEAM e no Programa PROSAM – Programa de Saneamento Ambiental nas sub-Bacias do Arrudas e Onças, no qual constam as indústrias localizadas nos municípios de Belo Horizonte e Contagem.

Os questionários foram encaminhados para os empreendimentos selecionados, que deveriam devolvê-los preenchidos. O não preenchimento e devolução à FEAM seria considerado como uma infração à Legislação Ambiental, tipificada no artigo 19 , parágrafo 2º, item 3, do Decreto nº 39.424/ 98, como infração grave, ao sonegar dados ou informações solicitadas pelo COPAM, por Câmara Especializada, ou por órgão seccional de apoio.

Para a realização do inventário estadual, foram solicitadas informações de empreendimentos que realização as seguintes atividades:

- Extração de minerais metálicos (incluindo indústrias com beneficiamento);
- Extração de minerais não-metálicos (incluindo indústrias com beneficiamento);
- Fabricação de Produtos Têxteis
- Confeção de Artigos do Vestuário e Acessórios;
- Preparação de Couros e Fabricação de Artefatos de Couro, Artigos de Viagem e Calçados;
- Fabricação de Produtos de Madeira;
- Fabricação de Celulose, Papel e Produtos de Papel;
- Edição, Impressão e Reprodução de Gravações;
- Fabricação de Coque, Refino de Petróleo, Elaboração de Combustíveis Nucleares e Produção de Álcool;
- Fabricação de Produtos Químicos;
- Fabricação de Artigos de Borracha e Plástico;
- Fabricação de Produtos de Minerais Não-Metálicos;
- Metalurgia Básica;
- Fabricação de Produtos de Metal – Exclusive Máquinas e Equipamentos;
- Fabricação de Máquinas e Equipamentos;
- Fabricação de Máquinas para Escritório e Equipamentos de Informática;
- Fabricação de Máquinas, Aparelhos e Materiais Elétricos;
- Fabricação de Material Eletrônico e de Aparelhos e Equipamentos de Comunicações;

- Fabricação de Equipamentos de Instrumentação Médico-Hospitalares, Instrumentos de Precisão e Ópticos, Equipamentos para Automação Industrial, Cronômetro e Relógios;
- Fabricação e Montagem de Veículos Automotores, Reboques e Carrocerias;
- Fabricação de Outros Equipamentos de Transporte;
- Fabricação de Móveis e Indústrias Diversas;
- Reciclagem;
- Construção;
- Tinturaria.

O inventário não informou sobre a destinação específica dos resíduos sólidos gerados pelos empreendimentos instalados na área mineira da bacia do médio São Francisco, bem como não identificou os resíduos sólidos gerados por outros empreendimentos industriais que desenvolvem atividades não listadas na Resolução CONAMA Nº 313/2002.

Ao longo dos diversos tópicos da revisão teórica, verificou a necessidade de propor um modelo de gerenciamento de resíduo que consiga evitar impactos ambientais negativos, que se sustentam num dos instrumentos de política ambiental, o licenciamento. A realização do presente estudo de caso busca identificar a existência de dados sobre a geração e a destinação dos resíduos sólidos, bem como a implementação de mecanismos de produção mais limpa pelos empreendimentos, movidos pelas exigências legais.

## 4 METODOLOGIA

O presente trabalho tem a natureza descritiva. A pesquisa descritiva tem como principal objetivo apresentar um retrato de algum aspecto do ambiente. Nesse tipo de estudo, geralmente existem as hipóteses, porém, são especulativas a relações estudadas não são causais por natureza, mas apesar disso, os resultados alcançados podem ser úteis para previsões futuras (AAKER *at al*, 1995).

Essa pesquisa pode ser entendida como um estudo de caso, que se caracteriza pela pesquisa profunda de um objeto, de forma a adquirir amplo e detalhado conhecimento a seu respeito (SILVA E MENEZES, 2000). Nos estudos de caso, o pesquisador exerce pouca influência sobre o fenômeno.

Para Yin (2001), “um estudo de caso é uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro do seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre fenômeno e contexto não estão claramente definidos”.

O sentido atrativo de se realizar um estudo de caso está ligado à coleta de dados, tendo em vista que o pesquisador tem a possibilidade de realizar o estudo praticamente individualmente, e o fato que a informação está armazenada no mesmo local (ROECH, 1999).

Para alcançar os objetivos no presente estudo, utilizou-se duas técnicas para a coleta de dados, que foram o levantamento documental e a aplicação de questionários.

### 4.1 Etapa preliminar

Nessa etapa foram levantadas as informações técnicas e legais acerca do tema resíduos sólidos industriais, bem como as prováveis fontes de informações e dados para alcançar os objetivos propostos. Desta forma, a pesquisa bibliográfica foi a primeira ação realizada, com a avaliação sobre as políticas, legislações e procedimentos técnicos sobre o tema.

Ainda na etapa preliminar, iniciou-se a pesquisa documental e a delimitação da área do estudo. Para a definição da área da bacia que foi objeto do estudo, foram utilizados documentos das instituições que já realizam trabalhos na região, CODEVASF, ANA, IGAM, FJP, IGAM, FEAM e IBGE. A obtenção das informações sócio-econômicas teve como objetivo a caracterização da área de estudo. A descrição das características físicas e climáticas

da região contribuiu para a explicação do atual quadro de desenvolvimento sócio-econômico e a sua dependência em relação à qualidade ambiental e principalmente, a relação da sociedade com a bacia hidrográfica.

Os dados secundários necessários para identificar o universo a ser pesquisado foram obtidos nos arquivos da FEAM. A obrigatoriedade legal de todo empreendimento potencialmente poluidor licenciar no órgão de controle ambiental, faz com que a FEAM disponha do maior número de informações sobre o assunto. Nesse sentido, as informações iniciais sobre a geração e destinação dos resíduos sólidos na área mineira bacia do Médio São Francisco foram obtidas na Divisão de Informação da FEAM.

A partir das informações coletadas na FEAM, foi elaborado o questionário com base nos itens do programa de automonitorização da FEAM, visando trabalhar mais diretamente os dados sobre a geração e destinação dos resíduos.

As informações da primeira etapa do estudo foram obtidas nos processos existentes nos arquivos da FEAM. Na Divisão de Informações da FEAM são arquivados todos os documentos que são protocolados naquela Fundação. Os processos são formalizados por solicitação do empreendedor ou por motivação da própria instituição, nesse caso, tratando-se de autuações. Um determinado empreendimento pode possuir vários processos constituídos.

Os tipos de processos existentes são correspondentes à solicitação de Licença Prévia, Licença de Instalação, Licença de Operação e ao Auto de Infração. Para cada auto de infração lavrado, forma-se um novo processo. O arquivo contendo todos esses processos formou a base de dados para o presente estudo.

Nessa etapa foi construído um banco de dados com informações acerca do gerenciamento dos resíduos sólidos, bem como dos programas para o acompanhamento da sua geração e destinação, e para isso, foram elegíveis para o estudo os processos de Licença de Operação dos empreendimentos localizados na área mineira da bacia do médio São Francisco.

A Licença de Operação é um procedimento administrativo no qual o órgão ambiental competente autoriza ao empreendimento a iniciar o seu funcionamento e para isso, formaliza um processo com documentos técnicos, os quais ficam arquivados no setor de documentação da FEAM, em uma pasta identificada. Cada processo recebe uma numeração e fica disponível para técnicos do órgão e para a sociedade em geral.

Inicialmente, foi realizado o levantamento da relação de todos os empreendimentos existentes na área de estudo, que possuem processos na FEAM. Nesses processos constam as seguintes informações, para identificação do empreendimento: nome, endereço, localização por município e bacia hidrográfica, tipo de atividade desenvolvida, porte, potencial poluidor, classe e status do processo. Foram selecionados os empreendimentos que se dedicam a atividade industrial e de mineração, instalados nos municípios da área mineira da bacia do Médio São Francisco.

A partir dessa primeira relação de processos, foi realizada uma segunda seleção, quando foram definidos os processos que seriam objetos da pesquisa, tratando-se dos empreendimentos que possuíam Licença de Operação já concedidas pelo COPAM/FEAM. Nesse caso, os processos cujo status da Licença era para operação, foram selecionados os seguintes processos para cada empreendimento localizado na área de estudo: Licença de Operação, Licença de Operação corretiva, Revalidação da Licença de Operação.

Os empreendimentos selecionados foram agrupados por atividade produtiva, conforme a classificação estabelecida na Deliberação Normativa do COPAM N<sup>o</sup> 74/2004. Para os casos em que os empreendimentos desenvolvem mais de uma atividade, definiu-se pela atividade preponderante, que foi a que implicou em maior porte.

Para cada empreendimento foi preenchido um formulário de composição de dados sobre a geração de resíduos sólidos e a sua destinação, com objetivo de direcionar e orientar a forma de coleta de dados nos processos, incluindo os seguintes itens:

- (1) Identificação: Nesse item são coletadas informações sobre o empreendimento (nome, ramo de atividade, município no qual está localizado);
- (2) Produtos: Relação de produtos fabricados
- (3) Condicionantes da Licença de Operação: Verificou-se a existência de condicionantes para a concessão da Licença de Operação, especificamente o programa de automonitorização ambiental;
- (4) Tipos de condicionantes: Nesse item são coletadas informações sobre o programa de automonitorização ambiental (Análises da qualidade dos efluentes líquidos e inventário de resíduos sólidos);

- (5) Geração de resíduos: Levantamento dos dados acerca da geração de resíduos sólidos por cada empreendimento, segregados de acordo com a sua classificação (Resíduos perigosos, resíduos não perigosos: não inerte e inertes). Os dados da geração dos resíduos foram registrados em toneladas/ano, a partir das planilhas enviadas periodicamente à FEAM pelos empreendedores;
- (6) Destinação dos resíduos: Levantamento das informações sobre a destinação dos resíduos sólidos gerados pelo empreendimento, separados por técnica de destinação (aterro industrial, vazadouro municipal, land-application, land-farming, incineração, co-geração, reciclagem externa, reutilização na própria unidade). Os dados de destinação foram registrados em t/ano, conforme as planilhas enviadas periodicamente à FEAM.

Com relação aos itens geração e destinação de resíduos, foi necessária a consolidação dos dados em seis tópicos:

- Para geração de resíduos: os resíduos foram agrupados em resíduos perigosos, resíduos não perigosos não-inertes e resíduos não perigosos inertes, mesmos que na planilha de automonitorização de resíduos não tenha sido apresentado esse detalhamento. A partir da descrição da característica do resíduo, o dado foi lançado no parâmetro que o melhor representa;
- Para a destinação dos resíduos: a partir da informação presente na planilha da empresa quanto ao tratamento e destinação dos resíduos, o respectivo dado foi lançado em uma das três opções: reutilização, reciclagem e destinação final. Os resíduos sólidos que eram utilizados para fabricação de um novo produto na própria unidade industrial foram lançados como resíduos reutilizados; os resíduos que são enviados para outro estabelecimento, para o seu aproveitamento em novo processo de transformação, visando a geração de novo produto foi considerado como reciclagem; e o resíduo que não é transformado em novo produto foi considerado como destinação final. Nesse caso, se enquadra o resíduo que segue para o *land-application*, *land-farming*, aterro sanitário, aterro industrial, co-geração e incineração.

Ainda na primeira etapa, os ramos de atividades mais representativos da região quanto ao número de unidades fabris foram destacados e os dados obtidos nos seus programas de automonitorização reunidos em uma segunda planilha. Nessa planilha, os dados sobre geração

e destinação de resíduos sólidos foram lançados em t/mês durante o período de janeiro de 2004 à outubro de 2004, mês a mês. O levantamento em questão tem o objetivo de avaliar o desempenho ambiental do setor, com relação à geração de resíduos sólidos.

Na segunda etapa buscou-se, a partir do levantamento inicial de dados, definir uma amostra representativa do universo existente, e a partir dessa seleção, realizar visitas técnicas nesses empreendimentos e aplicar um questionário sintético, avaliando o seu programa de gerenciamento de resíduos, numa técnica conhecida como observação direta, associada à realização de entrevistas com os representantes das empresas.

As principais críticas em relação ao método da observação direta diz respeito ao pesquisador, que fica sujeito à uma série de influências de percepção, que pode provocar a distorção da realidade devido à conceitos existentes do pesquisador. Outro aspecto que interfere no estudo é a possibilidade de ocorrer alterações no cenário existente, uma vez que o sujeito pesquisado pode buscar uma adequação da sua situação.

A seleção da amostra foi considerada não-probalística e intencional, pois foi influenciada por fatores como a escolha de empreendimentos que melhor representassem o universo e disponibilidade da empresa em participar do presente estudo. O critério utilizado para a seleção prévia das empresas, para as quais seriam aplicados os questionários, foi a importância do empreendimento no setor o qual a mesma iria representar. Um cópia do questionário se encontra no anexo 1.

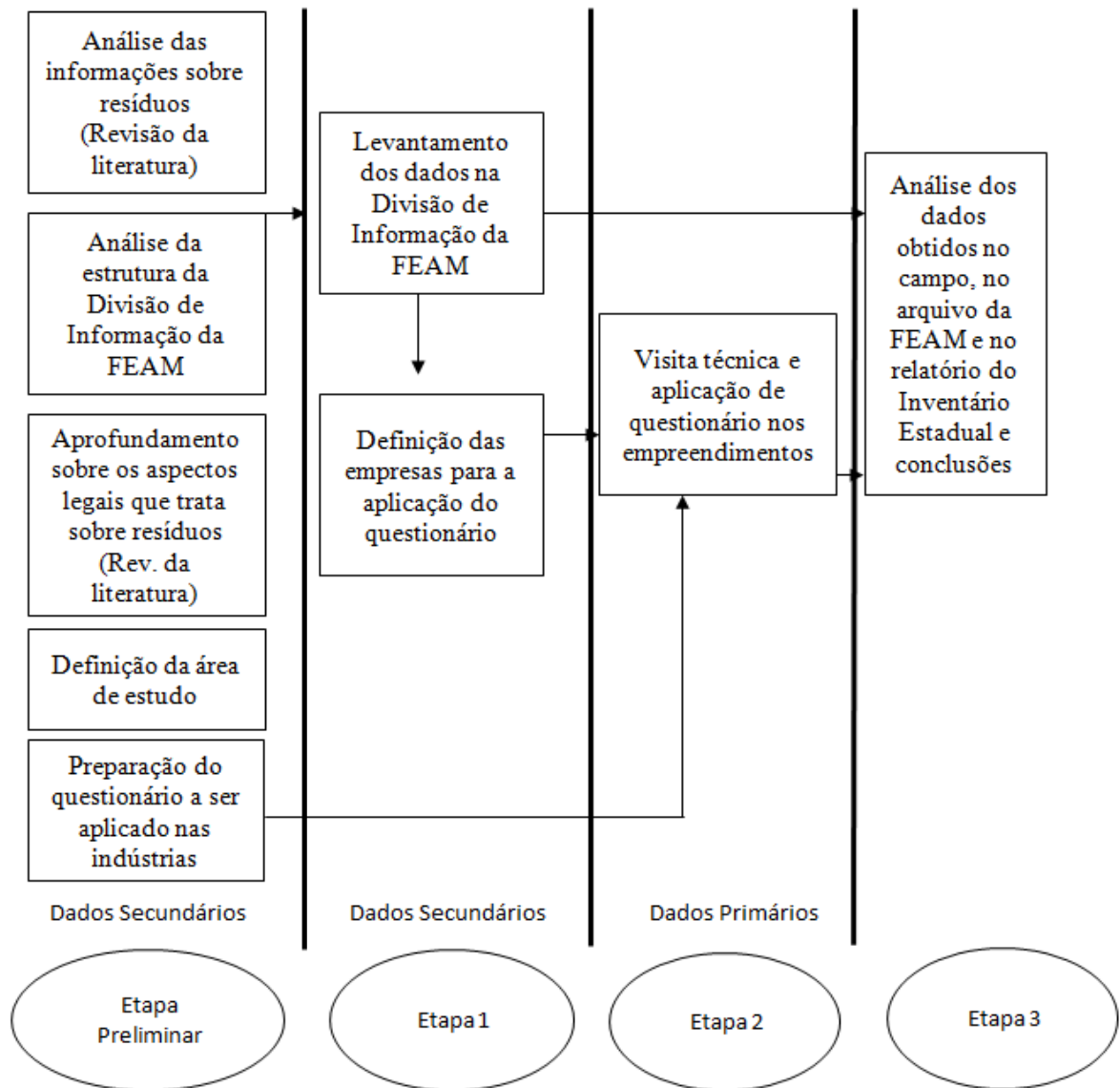
A formulação do questionário teve como objetivo levantar no local as informações sobre a geração e destinação dos resíduos sólidos gerados no empreendimento. O questionário foi dividido cinco blocos.

No primeiro bloco, constituído por sete perguntas, procurou-se caracterizar o empreendimento, com relação à sua localização, tipo de atividade desenvolvida e porte. O segundo bloco, também com sete perguntas, tratou do levantamento dos dados de produção, como matérias-primas e insumos utilizados, capacidade instalada, produtos fabricados e capacidade produtiva atual.

No terceiro bloco, buscou-se levantar os dados sobre a geração dos resíduos, identificando-os e realizando a sua caracterização de acordo com NBR 10.004/2004. Essa classificação foi realizada utilizando técnicas visuais, não ocorrendo análises laboratoriais. No quarto bloco,

constituído de 66 perguntas, procurou-se levantar as informações pormenorizadas sobre a destinação dos resíduos sólidos gerados. E finalmente, o quinto bloco tratou do levantamento das questões sobre a existência de programa de gerenciamento de resíduos para cada empresa e a sua certificação ambiental.

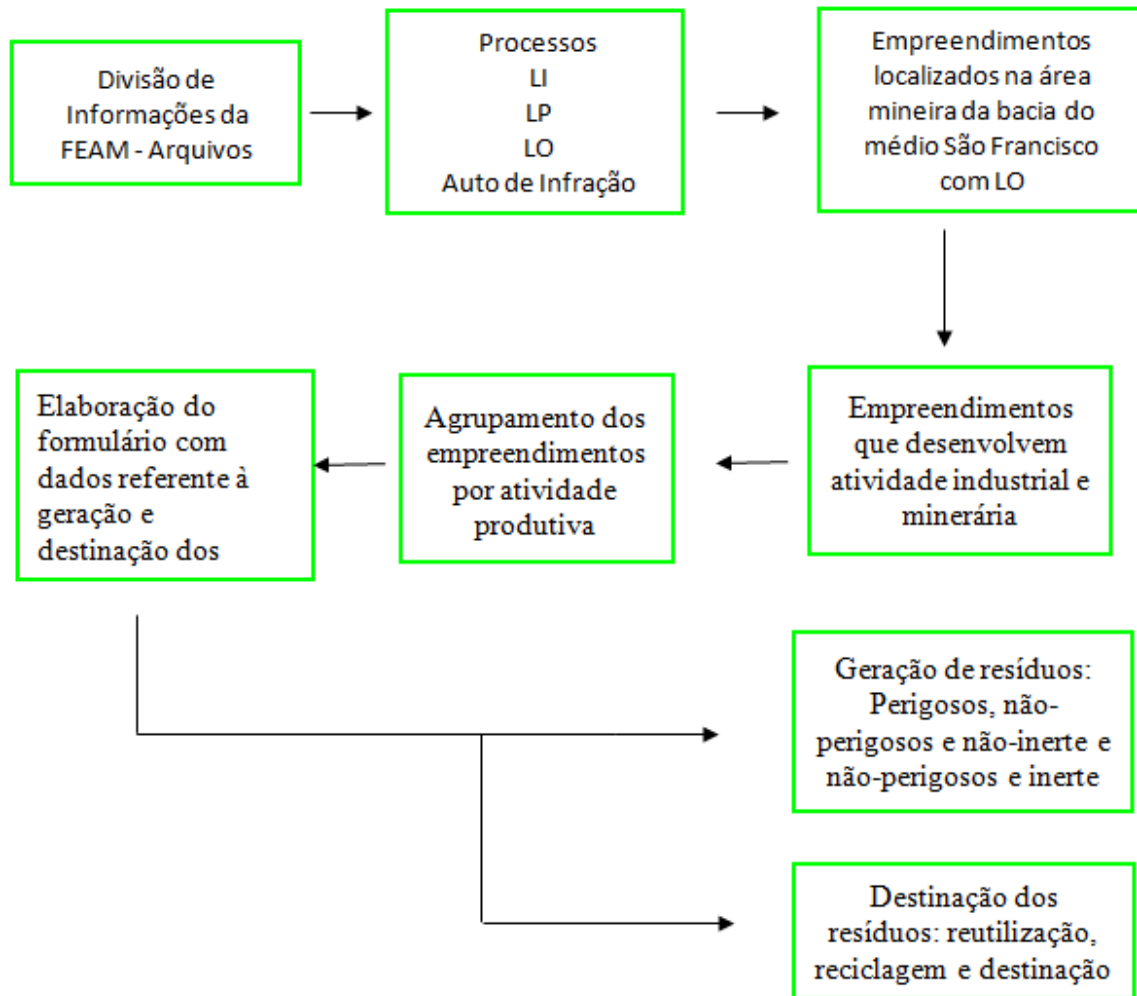
Para atender os objetivos propostos, as seguintes etapas metodológicas foram desenvolvidas:



**Figura 4-1: Etapas para o desenvolvimento da pesquisa**

Fonte: O Autor

## 4.2 Etapa 1: Levantamento dos dados e definição do questionário



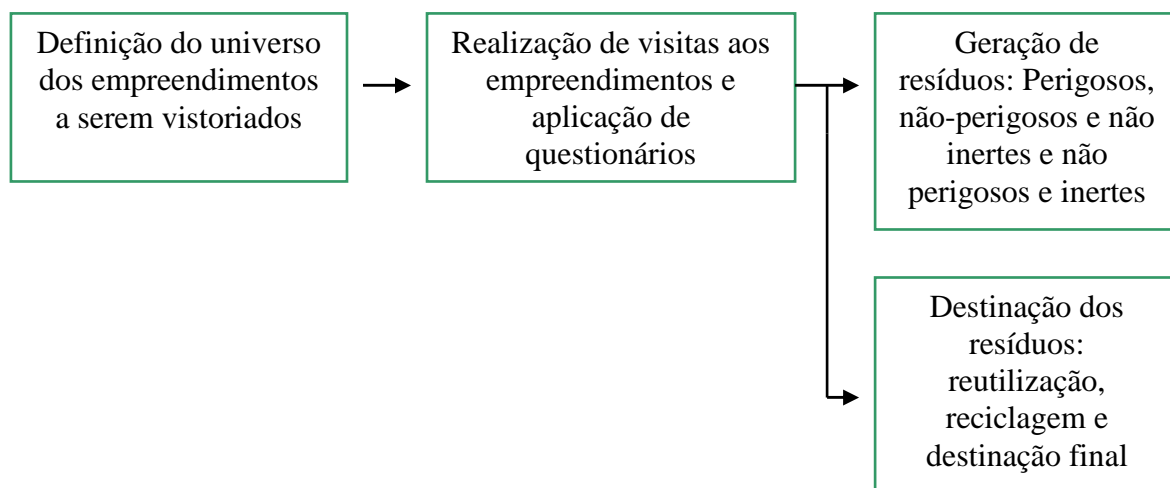
**Figura 4-2: Fluxograma detalhado da etapa 1 da metodologia**

Fonte: O Autor

## 4.3 Etapa 2: Vistoria e aplicação dos questionários

Para a aplicação do questionário, houve um contato com os responsáveis pelos empreendimentos, que foram informados do objetivo do presente estudo. Os questionários foram aplicados no período compreendido entre janeiro de 2004 e novembro de 2005. Não houve a aplicação de um questionário piloto para testar se o mesmo atenderia a expectativa na busca das informações desejadas, por entender que o tamanho da amostra não era grande, o questionário foi bastante detalhado e as questões objetivas.

Na definição da amostra, usou-se o critério da representatividade do empreendimento com relação ao setor. Foram escolhidas 15 empresas, representando o universo das empresas licenciadas, do total de 67 empreendimentos, correspondendo a 22,4%. Os empreendimentos foram agrupados nos seguintes setores: laticínio, alimentício, têxtil com acabamento, têxtil sem acabamento, produção de aguardente, produção de álcool, metalurgia, cimenteira, minerária, beneficiamento de fibras, beneficiamento de grãos, farmacêutica, produtos veterinários, artefatos de papel e produção de espuma.



**Figura 4-3: Fluxograma detalhado da etapa 2 da metodologia**

Fonte: O Autor

#### 4.4 Etapa 3: Análise dos dados e conclusões

Os resultados obtidos foram consolidados em uma planilha idêntica a utilizada para coleta dos dados secundários retirados dos arquivos do sistema FEAM. Com base nas planilhas de dados secundários e dados primários, foi realizada uma comparação entre as informações de cada empresa e avaliada a existência de informações conflitantes, com intuito de verificar distorções entre o programa de automonitorização e a situação real. Cabe aqui ressaltar que a vistoria realizada, por ser uma atividade de um estudo científico, foi agendada previamente, portanto, pode ter ocorrido transformações no cenário constatados nas visitas técnicas, realizados pelo empreendedor.

Posteriormente, foi feita uma análise do Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Industriais do Estado de Minas Gerais, comparando os seus resultados com os levantamentos realizados

nas etapas anteriores. O Inventário não contemplou todas as atividades existentes na bacia do Médio São Francisco, portanto, a comparação se limitou aos setores que estavam presentes nos dois estudos.

Para a verificação dos dados do inventário, foram utilizadas as informações dos questionários preenchidos pelas empresas de grande porte instaladas na área de estudo, e que não participaram do processo por não se enquadrarem nos critérios estabelecidos na metodologia. Essas empresas estão licenciadas pelo órgão estadual de controle ambiental.

A análise dos dados foi realizada por meio da interpretação dos mesmos com o auxílio da montagem de tabelas e gráficos, de forma a se ter uma melhor visualização e compreensão. Com os dados coletados, buscou-se avaliar a situação atual da forma de gestão dos resíduos sólidos, em relação à geração, tratamento, transporte e destinação final, bem como avaliar o programa de acompanhamento do licenciamento ambiental, quanto ao aspecto resíduo. Para isso, foram descritas as condições de disposição dos resíduos pelos empreendimentos instalados na área mineira da bacia do Médio São Francisco; avaliado o comprometimento desses empreendimentos com a disposição adequada dos resíduos sólidos industriais; avaliado o acompanhamento da geração e destinação dos resíduos pelo órgão ambiental.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Etapa preliminar

#### 5.1.1 Área de estudo: Área Mineira da Bacia do Médio São Francisco

A área de estudo da presente pesquisa é a região mineira da bacia do Médio São Francisco, também conhecida como Médio Superior, correspondente às mesoregiões Norte e Noroeste do Estado de Minas Gerais. A visualização da área no mapa do estado de Minas Gerais está apresentada na Figura 8.



**Figura 5-1: Posicionamento, no mapa de Minas Gerais, das mesoregiões Norte e Noroeste de Minas.**

Fonte: IGA (2004)

A Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco abrange sete Unidades da Federação, com quase 8% da área do País, ocupando 639.219 km<sup>2</sup>. O rio São Francisco nasce na Serra da Canastra, no Estado de Minas Gerais e a sua foz está localizada entre os Estados de Sergipe e Alagoas, no Oceano Atlântico.

A área mineira da Bacia do Médio São Francisco, área de estudo propriamente dito, inicia-se no município de Pirapora, a jusante do reservatório de Três Marias, tendo como limite superior a divisa dos Estados de Minas Gerais e Bahia, compreendendo somente o território

mineiro. A área de estudo possui terras de 85 municípios, porém, nem todos eles encontram-se totalmente incluídos na bacia hidrográfica. A área total estudada possui 158.103,70 km<sup>2</sup>, correspondendo a 24,73 % da área total da bacia hidrográfica (CODEVASF, 2001).

É importante ressaltar que, de acordo com a nova divisão fisiográfica, proposta pelo Senado Federal em 2002, que a chamou de Nova Geografia do São Francisco, o médio São Francisco inicia-se na confluência do rio Jequitaiá com o rio São Francisco, entretanto, nesse estudo, o limite inicial da área em estudo considerado foi a foz do reservatório de três Marias, por considerar que esse trecho inicial apresenta as mesmas características do restante da área mineira do Médio São Francisco. Outro aspecto considerado para a delimitação da região de estudo diz respeito à divisão do território mineiro em unidades regionais visando a gestão ambiental. A área de estudo coincide com área da Unidade Regional Colegiada do Conselho Estadual da Política Ambiental – COPAM Norte de Minas, que é responsável pela gestão ambiental nas regiões Norte e Noroeste de Minas Gerais.

A área mineira da bacia também denominada Médio Superior tem características que se assemelham às do Alto São Francisco, mais do que à do Médio propriamente dito. Sua altitude varia de 2.000 a 500 m, e é nessa região onde se localizam as planícies eluvio-coluvio-aluvionais da Depressão São Franciscana (CODEVASF, 2000).

O período chuvoso inicia-se em novembro e vai até abril, cuja precipitação média anual varia entre 1.400 a 750 mm. Alguns municípios estão situados no clima semi-árido. A vegetação predominante é o cerrado, ocorrendo também a caatinga com menor incidência.

A área mineira da bacia do médio São Francisco compõe as sub-bacias dos rios Paracatu, Urucuaia, Jequitaiá e Verde Grande. Os municípios de Pirapora, Várzea da Palma, Lassance e Três Marias estão localizados na sub-bacia do Rio das Velhas, cujos demais municípios não integram o presente estudo (Figura 5.2).



**Figura 5-2: Mapa da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco**

Fonte: CODEVASF (2004)



**Figura 5-3: Área de estudo delimitada na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco**

Fonte: ANA (2004)

A área de estudo corresponde a cinco Unidades de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos – UPGRH, observando-se a divisão estabelecida pela Deliberação Normativa do Conselho Estadual de Recursos Hídricos de Estado de Minas Gerais - CERH-MG, nº 6, de 04 de outubro de 2002 que criou as Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos do Estado de Minas Gerais. De acordo com a referida Deliberação Normativa, a bacia Hidrográfica do rio São Francisco foi dividida em 10 unidades de planejamento. A área mineira do Médio São Francisco corresponde as UPGRHs SF-6, SF-7, SF-8, SF-9 e SF-10, além de parte da SF-4 e SF-5 (Figuras 5.4 e 5.5).



**Figura 5-4: Mapa das Unidades de Planejamento e Gerenciamento dos Recursos Hídricos – UPGRH-MG**

Fonte: IGAM (2002)



Figura 5-5: Mapa das Unidades de Planejamento São Francisco Norte

Fonte: IGAM (2002)

De acordo com o censo 2000, divulgado pelo IBGE, os municípios pertencentes à área mineira da bacia do Médio São Francisco possuem uma população total de 1.576.919 habitantes, com um pequeno predomínio da população residente na área urbana. A área em estudo pertence quase na sua totalidade em duas regiões mineiras de planejamento: Região Noroeste de Minas e Região Norte de Minas. A densidade populacional na região é considerada baixa. Enquanto a densidade demográfica do Estado de Minas Gerais é de 30,5 hab/km<sup>2</sup>, a região Norte de Minas apresenta uma densidade de 11,6 hab/km<sup>2</sup> e a Noroeste de Minas é de 5,4 hab/km<sup>2</sup> (IBGE, 2000).

| MUNICÍPIOS            | Município Incluso<br>Integral (I) ou<br>Parcialmente (P) no Vale | Área (km <sup>2</sup> ) |           |            |
|-----------------------|--|-------------------------|-----------|------------|
|                       |  | Total                   | No Vale   | Censo 2000 |
| ARINOS                | I  | 5.338,50                | 5.338,50  | 17.709     |
| BOCAIÚVA              | P  | 3.243,40                | 2.202,20  | 42.806     |
| BONFINÓPOLIS DE MINAS | I  | 1.825,80                | 1.825,80  | 6.443      |
| BONITO DE MINAS       | I  | 3.925,50                | 3.925,50  | 1.420      |
| BRASILÂNDIA DE MINAS  | I  | 2.523,70                | 2.523,70  | 7.863      |
| BRASÍLIA DE MINAS     | I  | 1.404,90                | 1.404,90  | 30.266     |
| BURITIS               | I  | 5.238,10                | 5.238,10  | 20.369     |
| BURITIZEIRO           | I  | 7.249,40                | 7.249,40  | 25.904     |
| CABECEIRA GRANDE      | I  | 1.035,20                | 1.035,20  | 5.920      |
| CAMPO AZUL            | I  | 508,20                  | 508,20    | 3.574      |
| CAPITÃO ENÉAS         | I  | 973,70                  | 973,70    | 13.113     |
| CATUTI                | I  | 287,00                  | 287,00    | 5.337      |
| CHAPADA GAÚCHA        | I  | 2.477,20                | 2.477,20  | 7.270      |
| CLARO DOS POÇÕES      | I  | 708,30                  | 708,30    | 8.193      |
| CÔNEGO MARINHO        | I  | 1.623,50                | 1.623,50  | 6.477      |
| CORAÇÃO DE JESUS      | I  | 2.243,80                | 2.243,80  | 25.729     |
| DOM BOSCO             | I  | 824,50                  | 824,50    | 4.055      |
| ENGENHEIRO NAVARRO    | I  | 634,10                  | 634,10    | 4.055      |
| ESPINOSA              | I  | 1.867,40                | 1.867,40  | 30.978     |
| FORMOSO               | I  | 3.833,40                | 3.833,40  | 6.522      |
| FRANCISCO DUMONT      | I  | 1.558,40                | 1.558,40  | 4.488      |
| FRANCISCO SÁ          | I  | 2.758,80                | 2.758,80  | 23.562     |
| GAMELEIRAS            | I  | 1.739,60                | 1.739,60  | 5.263      |
| GLAUCILÂNDIA          | I  | 146,00                  | 146,00    | 2.767      |
| GUARACIAMA            | P  | 393,50                  | 147,70    | 4.469      |
| GUARDA-MOR            | P  | 2.072,30                | 1.158,40  | 6.656      |
| IBIAÍ                 | I  | 873,40                  | 873,40    | 7.251      |
| IBIRACATU             | I  | 360,50                  | 360,50    | 6.534      |
| ICARAÍ DE MINAS       | I  | 618,70                  | 618,70    | 9.315      |
| ITACARAMBI            | I  | 1.256,60                | 1.256,60  | 17.456     |
| JAÍBA                 | I  | 2.733,00                | 2.733,00  | 27.287     |
| JANAÚBA               | I  | 2.196,50                | 2.196,50  | 61.651     |
| JANUÁRIA              | I  | 7.325,30                | 7.325,30  | 63.605     |
| JAPONVAR              | I  | 375,90                  | 375,90    | 8.121      |
| JEQUITAI              | I  | 1.272,50                | 1.272,50  | 8.750      |
| JOÃO PINHEIRO         | I  | 10.768,40               | 10.768,40 | 41.368     |
| JOAQUIM FELÍCIO       | I  | 793,70                  | 793,70    | 3.872      |
| JURAMENTO             | I  | 431,60                  | 431,60    | 3.901      |
| JUVENÍLIA             | I  | 1.099,70                | 1.099,70  | 7.148      |
| LAGAMAR               | P  | 1.479,70                | 1.179,80  | 7.895      |
| LAGOA DOS PATOS       | I  | 601,50                  | 601,50    | 4.454      |
| LAGOA GRANDE          | I  | 1.223,10                | 1.223,10  | 7.610      |
| LASSANCE              | I  | 3.223,90                | 3.223,90  | 6.554      |
| LONTRA                | I  | 258,10                  | 258,10    | 7.640      |
| LUISLÂNDIA            | I  | 426,20                  | 426,20    | 6.121      |

**Tabela 5-1: Municípios localizados na área mineira da bacia do Médio São Francisco**

Fonte: O Autor

| MUNICÍPIOS              | Município Incluso<br>Integral (I) ou<br>Parcialmente (P) no Vale | Área (km <sup>2</sup> ) |                   |                  |
|-------------------------|--|-------------------------|-------------------|------------------|
|                         |  | Total                   | No Vale           | Censo 2000       |
| MAMONAS                 | I  | 291,30                  | 291,30            | 6.138            |
| MANGA                   | I  | 1.956,40                | 1.956,40          | 21.959           |
| MATIAS CARDOSO          | I  | 1.962,40                | 1.962,40          | 8.600            |
| MATO VERDE              | I  | 476,10                  | 476,10            | 13.185           |
| MIRABELA                | I  | 723,30                  | 723,30            | 12.552           |
| MIRAVÂNIA               | I  | 605,20                  | 605,20            | 4.187            |
| MONTALVÂNIA             | I  | 1.489,80                | 1.489,80          | 16.031           |
| MONTE AZUL              | I  | 1.010,80                | 1.010,80          | 23.832           |
| MONTES CLAROS           | I  | 3.594,10                | 3.594,10          | 306.947          |
| NATALÂNDIA              | I  | 473,00                  | 473,00            | 3.293            |
| NOVA PORTEIRINHA        | I  | 121,50                  | 121,50            | 7.389            |
| PAI PEDRO               | I  | 787,90                  | 787,90            | 5.832            |
| PARACATU                | P  | 8.241,10                | 6.260,40          | 75.126           |
| PATIS                   | I  | 446,20                  | 446,20            | 5.164            |
| PEDRAS DE MARIA DA CRUZ | I  | 1.525,30                | 1.525,30          | 8.871            |
| PINTÓPOLIS              | I  | 1.236,80                | 1.236,80          | 6.949            |
| PIRAPORA                | I  | 577,30                  | 577,30            | 50.300           |
| PONTO CHIQUE            | I  | 604,40                  | 604,40            | 3.651            |
| PORTEIRINHA             | I  | 1.812,50                | 1.812,50          | 37.890           |
| PRESIDENTE OLEGÁRIO     | P  | 3.539,00                | 3.037,50          | 17.781           |
| RIO PARDO DE MINAS      | P  | 3.129,60                | 64,50             | 27.232           |
| RIACHINHO               | I  | 1.739,40                | 1.739,40          | 7.973            |
| RIACHO DOS MACHADOS     | P  | 1.313,10                | 577,40            | 9.358            |
| SANTA FÉ DE MINAS       | I  | 2.926,50                | 2.926,50          | 4.192            |
| SÃO FRANCISCO           | I  | 3.309,90                | 3.309,90          | 51.497           |
| SÃO GONÇALO DE ABAETÉ   | I  | 2.695,90                | 2.695,90          | 5.432            |
| SÃO JOÃO DA LAGOA       | I  | 993,20                  | 993,20            | 4.400            |
| SÃO JOÃO DA PONTE       | I  | 1.855,60                | 1.855,60          | 26.028           |
| SÃO JOÃO DAS MISSÕES    | I  | 677,50                  | 677,50            | 10.230           |
| SÃO JOÃO DO PACUÍ       | I  | 422,10                  | 422,10            | 3.664            |
| SÃO ROMÃO               | I  | 2.444,80                | 2.444,80          | 7.783            |
| SERRANÓPOLIS DE MINAS   | P  | 555,00                  | 426,20            | 4.038            |
| UBAÍ                    | I  | 823,70                  | 823,70            | 10.774           |
| UNAÍ                    | P  | 8.492,00                | 7.164,70          | 70.033           |
| URUANA DE MINAS         | I  | 592,60                  | 592,60            | 3.263            |
| URUCUIA                 | I  | 2.082,80                | 2.082,80          | 9.615            |
| VÁRZEA DA PALMA         | I  | 2.202,90                | 2.202,90          | 31.641           |
| VARZELÂNDIA             | I  | 792,80                  | 792,80            | 19.169           |
| VERDELÂNDIA             | I  | 1.470,70                | 1.470,70          | 7.179            |
| <b>83</b>               | <b>-</b>   | <b>163.747,00</b>       | <b>153.506,40</b> | <b>1.576.919</b> |

Continuação Tabela 5-2: Municípios localizados na área mineira da bacia do Médio São Francisco

| Região       | Extrativa Mineral | Indústria de transformação | Construção civil | Comércio | Serviços | Agropecuário | Total            |
|--------------|-------------------|----------------------------|------------------|----------|----------|--------------|------------------|
| Minas Gerais | 32.210            | 534.735                    | 147.551          | 552.427  | 926.341  | 224.925      | <b>2.418.189</b> |
| Noroeste     | 835               | 4.822                      | 1.173            | 7.804    | 7.637    | 11.256       | <b>33.527</b>    |
| Norte        | 898               | 22.280                     | 3.989            | 22.202   | 24.407   | 15.267       | <b>89.043</b>    |

**Tabela 5-3: Emprego Formal, por setores de atividade**

Fonte: Ministério do Trabalho e Emprego (2003)

Predomina na região o desenvolvimento da atividade agropecuária, com exceção dos municípios de Montes Claros, Pirapora, Várzea da Palma. Nesses municípios, a existência de um pólo industrial provoca uma alteração significativa da ocupação da população economicamente ativa. Esse quadro se deve notadamente à presença da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste - SUDENE, (que foi sucedida pela Agência de Desenvolvimento do Nordeste – ADENE), que, por meio de incentivos fiscais governamentais, possibilitou a implantação de empreendimentos industriais, principalmente nas cidades de Montes Claros e Pirapora. Nos demais municípios situados na área mineira da SUDENE, houve incentivos, porém, não ocorreu a instalação de unidades industriais na mesma escala. Esse modelo de promoção de desenvolvimento não observou as vocações regionais e dessa forma, não possibilitou a implantação de unidades fabris dentro da mesma cadeia produtiva. As unidades industriais se instalavam visando principalmente os incentivos fiscais, e desta forma existem empreendimentos que dedicam a diversos tipos de atividades produtivas.

Na região Noroeste de Minas, o predomínio da atividade agropecuário é mais marcante, fato demonstrado pelo número de empregados formais, correspondendo a aproximadamente 33% do total. Inicia-se um processo de implantação de agro-indústrias, visando o aproveitamento da matéria-prima local.

| País, Estado e mesorregiões     | IDH-M |
|---------------------------------|-------|
| Brasil                          | 0,757 |
| Minas Gerais                    | 0,773 |
| Jequitinhonha                   | 0,659 |
| Vale do Mucuri                  | 0,677 |
| Norte de Minas                  | 0,690 |
| Vale do rio Doce                | 0,734 |
| Central Mineira                 | 0,754 |
| Noroeste de Minas               | 0,757 |
| Zona da Mata                    | 0,760 |
| Campo das Vertentes             | 0,774 |
| Sul/Sudoeste de Minas           | 0,785 |
| Oeste de Minas                  | 0,789 |
| Metropolitana de Belo Horizonte | 0,796 |
| Triângulo Mineiro/Alto Parnaíba | 0,808 |

**Tabela 5-4: Índice de Desenvolvimento Humano (IDH-M) no Brasil, no Estado de Minas Gerais e nas 12 mesorregiões mineiras, em 2000.**

Fonte: FJP (2001)

Essas regiões apresentam como principais características sócio-econômicas uma baixa densidade demográfica, uma base econômica formada pela atividade primária e extrativa vegetal. De acordo com PNUD, IPEA & FJP (2000), o Índice de Desenvolvimento Humano – IDH-M, dessas regiões estão abaixo da média do Estado de Minas Gerais, sendo 0,690 o IDH-M da região Norte de Minas e 0,754 referente ao Noroeste de Minas, resultados considerados baixos.

| Região       | População por situação |            |           | Taxa de Crescimento<br>1991 - 2000 (% ao ano) |        |       | Densidade<br>Demográfica<br>(hab/km <sup>2</sup> ) |
|--------------|------------------------|------------|-----------|---|--------|-------|--|
|              | Total                  | Urbana     | Rural     | Total   | Urbana | Rural |  |
| Minas Gerais | 17.891.494             | 14.671.828 | 3.219.666 | 1,4   | 2,5    | -2,3  | 30,5   |
| Noroeste     | 334.509                | 249.739    | 84.770    | 1   | 3,3    | -3,7  | 5,4  |
| Norte        | 1.492.715              | 963.205    | 529.510   | 1,1   | 2,9    | -1,7  | 11,6   |

**Tabela 5-5: Indicadores Demográficos – Minas Gerais -2000**

Fonte: FJP (2001)

A ocupação da área mineira da bacia do Médio São Francisco ainda é baixa, demonstrando ainda o caráter agropecuário da economia regional. A densidade populacional da área em estudo é muito inferior à média do território mineiro. Enquanto o estado de Minas Gerais possui uma densidade demográfica de 30,5 hab/km<sup>2</sup>, a região Noroeste apresenta uma densidade de 5,4 hab/km<sup>2</sup> e região Norte conta com 11,6 hab/km<sup>2</sup>. Conforme os dados do IBGE, se comparar o número de habitantes rurais referentes ao censo demográfico realizado

em 1991 e o censo realizado em 2000, observa-se o decréscimo acentuado da população rural, demonstrando o rápido processo de urbanização das cidades, notadamente na região Noroeste.

### 5.1.2 A Estrutura do órgão ambiental

O Conselho Estadual de Política Ambiental - COPAM é o órgão responsável pela formulação e execução da política ambiental em Minas Gerais. Entre suas competências destacam-se a formulação de normas técnicas e padrões de qualidade ambiental, a autorização para implantação e operação de atividades potencialmente poluidoras, e a aprovação das normas e diretrizes para o Sistema Estadual de Licenciamento Ambiental.

A Fundação Estadual do Meio Ambiente – FEAM, órgão seccional da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SEMAD, exerce as tarefas de secretaria executiva do COPAM, no tocante às atividades industriais, minerárias e de infra-estrutura. Além das atribuições de fiscalizar os empreendimentos potencialmente ou efetivamente poluidores, a FEAM realiza o licenciamento e o monitoramento da qualidade ambiental no estado de Minas Gerais, quanto aos aspectos ar e solo. O monitoramento da qualidade das águas é realizado pelo Instituto Mineiro de Gestão da Águas – IGAM, que se constitui também em órgão seccional da SEMAD.

O órgão utiliza com mais intensidade o instrumento *comando e controle* para o gerenciamento ambiental no Estado de Minas Gerais, no qual o Poder Público estabelece normas e padrões que devem ser atendidas pelos empreendimentos (comando). Cabe ao órgão ambiental fiscalizar o cumprimento dos padrões estabelecidos (controle).

Recentemente, o Governo de Minas Gerais, com o objetivo de aumentar a eficiência da gestão ambiental, criou e instalou sete Unidades Regionais Colegiadas do COPAM, dividindo o território mineiro em oito regiões:

- Região Central, com sede em Belo Horizonte, que já existia;
- Zona da Mata, com sede em Ubá;
- Sul de Minas, com sede em Varginha;
- Norte de Minas, com sede em Montes Claros;

- Triângulo, com sede em Uberlândia;
- Jequitinhonha, com sede em Diamantina;
- Leste de Minas, com sede em Governador Valadares; e
- Alto São Francisco, com sede em Divinópolis.

Nessas Unidades Regionais, os órgãos seccionais da SEMAD participam com os recursos humanos necessários às realizações das suas atribuições. Dentro desse novo enfoque de gestão ambiental, o COPAM aprovou a Deliberação Normativa do COPAM N° 74/2004, em substituição a Deliberação Normativa do COPAM N° 01/90. A DN N° 74/2004 estabelece critérios para classificação, segundo o porte e potencial poluidor, de empreendimentos e atividades modificadoras do meio ambiente passíveis de autorização ou de licenciamento ambiental no nível estadual.

Com a nova legislação que trata do licenciamento ambiental, foi criada a figura da Autorização de Funcionamento, que se trata de uma forma simplificada para regularizar os empreendimentos considerados de impacto ambiental não significativo. Os demais empreendimentos potencial ou efetivamente poluidores listados na referida Deliberação estão sujeitos ao processo de licenciamento ambiental convencional, conforme as normas anteriormente em vigor.

Para a obtenção da Autorização de Funcionamento faz-se necessário que a empresa apresente Termo de Responsabilidade, assinado pelo titular do empreendimento, e Anotação de Responsabilidade Técnica ou equivalente do profissional responsável pelo gerenciamento ambiental da atividade, além de outros documentos comprobatórios da situação geral da empresa, diferentemente do processo de licenciamento ambiental, no qual a empresa elabora e apresenta estudo ambiental.

Para a obtenção das licenças ambientais, a empresa apresenta uma série de documentos técnicos e administrativos, que formam o processo, que é analisado pelo corpo técnico e jurídico da FEAM. Essa documentação é mantida no arquivo do órgão de controle ambiental, podendo a sociedade ter acesso aos processos. Todas as informações relacionadas ao empreendimento são anexadas ao processo, formando um banco de dados.

## 5.2 Etapa 1 : Levantamento dos dados existentes na FEAM

Nessa seção são apresentados os dados obtidos através da pesquisa realizada na Divisão de Informações da FEAM - DIINF.

### 5.2.1 Empreendimentos industriais e de mineração licenciados na área de estudo

A Licença de Operação (LO) constitui-se de um documento legal e obrigatório para os empreendimentos considerados potencial ou efetivamente degradadores do meio ambiente iniciar e prosseguir no seu funcionamento. A Política Nacional de Meio Ambiente, instituída pela Lei Federal N° 6.938/81, estabelece que o licenciamento ambiental é um dos instrumentos para a sua efetivação.

O processo de Licença de Operação pode ser preventivo, quando o empreendimento cumpre as etapas das Licenças Prévias e de Instalação, e corretivo, quando inicia o processo na própria Licença de Operação. Os estabelecimentos já existentes em março de 1981, apesar de obrigados a solicitar a Licença de Operação em caráter corretivo, quando convocados pelo órgão de controle, estão dispensados das etapas anteriores.

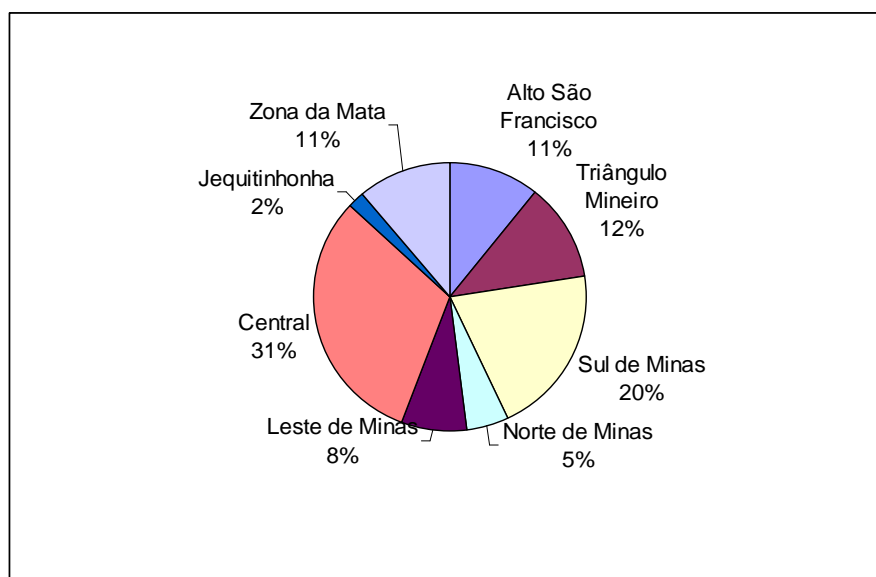
Tendo em vista a obrigatoriedade legal, partiu-se da premissa que no banco de dados da FEAM encontram-se registrada a maioria dos empreendimentos industriais e de mineração da região da área mineira do Médio São Francisco.

De acordo com a figura 5.6, verifica-se que a atividade industrial e minerária na região é pequena, quando comparada com as demais regionais do COPAM, que são Central, Sul de Minas, Zona da Mata, Leste de Minas, Triângulo Mineiros e Alto São Francisco. A exceção nesse caso constitui-se da Regional Jequitinhonha que possui poucos empreendimentos licenciados.

Com relação à distribuição dos empreendimentos nos municípios da área mineira da bacia do Médio São Francisco, verifica-se uma concentração de estabelecimentos industriais e minerários no município de Montes Claros (37%), sendo que a nessa localidade a população corresponde a aproximadamente 19% da população total da área de estudo. Cabe aqui ressaltar que o desenvolvimento industrial em Montes Claros decorreu do advento da SUDENE. Outro aspecto que pode estar relacionado com o expressivo número de empreendimentos localizados no município é a instalação do Escritório Regional do COPAM

já em 1988, num programa do Governo do Estado de Minas Gerais, no qual foram instalados outras nove unidades regionais. Posteriormente, esses escritórios foram fechados, sendo que nos municípios de Montes Claros e Ponte Nova as Unidades foram transformados numa representação da FEAM, visando o acompanhamento das indústrias químicas e alimentícias. Essa intensificação da fiscalização possivelmente propiciou o aumento dos empreendimentos licenciados.

De acordo com a tabela 5.5, dos 85 municípios da área de estudo, apenas 27 (32%) possuem empreendimentos licenciados, sendo que em 11 deles contam apenas com um estabelecimento industrial ou de mineração, correspondendo a 13% do total. Desta forma, 68% dos municípios da região não tem sequer um estabelecimento licenciado na FEAM, comprovando o perfil agrícola da região. Em cinco municípios (Montes Claros, Pirapora, Paracatu, Bocaiúva, João Pinheiro e Lagamar) concentram-se 60% dos empreendimentos licenciados. Com exceção do município de Montes Claros, os dados da Tabela 5.5, demonstram um equilíbrio a atividade industrial e mineraria.



**Gráfico 5-1: Número de processos de licença de operação existentes no SISEMA por Unidade Regional – 2004**

Fonte: SEMAD (2004)

| MUNICÍPIOS              | Empreendimentos com Licença de Operação |           | Total     |
|-------------------------|---|-----------|-----------|
|                         | Industriais                             | Mineração |           |
| BOCAIÚVA                | 2                                       | 3         | 5         |
| BRASILÂNDIA DE MINAS    | 1                                       | -         | 1         |
| BURITIS                 | 2                                       | -         | 2         |
| CABECEIRA GRANDE        | 1                                       | -         | 1         |
| CAPITÃO ENÉAS           | 1                                       | -         | 1         |
| FORMOSO                 | -                                       | 1         | 1         |
| FRANCISCO DUMONT        | -                                       | 1         | 1         |
| FRANCISCO SÁ            | 2                                       | -         | 2         |
| GUARDA-MOR              | -                                       | 2         | 2         |
| ITACARAMBI              | 1                                       | -         | 1         |
| JANAÚBA                 | 2                                       | -         | 2         |
| JANUÁRIA                | 1                                       | 3         | 4         |
| JOÃO PINHEIRO           | 4                                       | 1         | 5         |
| LAGAMAR                 | 4                                       | 1         | 5         |
| LAGOA GRANDE            | -                                       | 1         | 1         |
| MATO VERDE              | -                                       | 1         | 1         |
| MONTALVÂNIA             | -                                       | 1         | 1         |
| MONTES CLAROS           | 28                                      | 7         | 35        |
| PARACATU                | 1                                       | 5         | 6         |
| PEDRAS DE MARIA DA CRUZ | 1                                       | -         | 1         |
| PIRAPORA                | 8                                       | -         | 8         |
| SÃO GONÇALO DE ABAETÉ   | 1                                       | 2         | 3         |
| SÃO JOÃO DA LAGOA       | -                                       | 1         | 1         |
| UNAÍ                    | 2                                       | 1         | 3         |
| VÁRZEA DA PALMA         | 3                                       | -         | 3         |
| <b>26</b>               | <b>65</b>                               | <b>31</b> | <b>96</b> |

**Tabela 5-6: Localização dos empreendimentos por município**

Fonte: FEAM (2004)

Os dados da tabela 5.6 confirmam a vocação agrícola da região, que tem a atividade de produção de alimentos como a mais representativa, com relação ao número de estabelecimentos industriais licenciados. Nessa situação, além da indústria alimentícia (moagem de café, produção de conservas), os laticínios e os matadouros, correspondem a 33% dos empreendimentos industriais licenciados. A indústria têxtil merece ser destacada, tendo em vista que representa 15% das unidades industriais. A cadeia de produção têxtil ainda conta com as unidades de beneficiamento de fibras naturais, no total de 3 empreendimentos (5%).

| Tipo de atividade industrial                   | Nº de estabelecimentos |
|--|------------------------|
| Laticínio                                      | 12                     |
| Indústria Têxtil sem acabamento                | 7                      |
| Metalúrgica básica                             | 5                      |
| Cerâmica vermelha                              | 5                      |
| Indústria Alimentícia                          | 5                      |
| Indústria Têxtil com acabamento                | 3                      |
| Indústria de beneficiamento de fibras vegetais | 3                      |
| Matadouro                                      | 3                      |
| Indústria de produção de ração animal          | 3                      |
| Metalúrgica de produção de peças metálicas     | 2                      |
| Indústria de beneficiamento de grãos           | 2                      |
| Destilaria de álcool                           | 2                      |
| Usina de produção de asfalto                   | 2                      |
| Indústria para produção de aguardente          | 2                      |
| Indústria de produção de espuma e artefatos    | 1                      |
| Indústria de produção de adubo mineral         | 1                      |
| Indústria de montagem de painéis elétricos     | 1                      |
| Indústria de fabricação de sabão               | 1                      |
| Indústria farmacêutica                         | 1                      |
| Indústria de produtos veterinários             | 1                      |
| Indústria cimenteira                           | 1                      |
| Industria de artefatos de papel                | 1                      |
| Fabricação de produtos de madeira              | 1                      |
| 23   | 65                     |

**Tabela 5-7: Distribuição dos empreendimentos industriais por atividade**

Fonte: FEAM (2004)

O número de empreendimentos licenciados que exercem a atividade minerária instalados na região pode indicar que o setor não é representativo. Entretanto, a exploração mineral é considerada de grande potencial degradador do meio ambiente. Alguns setores da mineração são resistentes ao licenciamento ambiental, como a exploração de areia para uso na construção civil, que tem a prerrogativa de ser licenciada no próprio município, quando o volume explorado é pequena monta. De acordo com a tabela 5.7, a atividade exploração de calcáreo sobressai na área do estudo (35%), devido a característica geológica da região.

| Tipo de atividade minerária         | Nº de empreendimentos |
|-------------------------------------|-----------------------|
| Extração de calcário                | 12                    |
| Extração de pedra preciosa          | 7                     |
| Extração de areia                   | 4                     |
| Extração de argila                  | 4                     |
| Mineração de minerais não metálicos | 3                     |
| Extração de minerais metálicos      | 1                     |
| 6                                   | 31                    |

**Tabela 5-8: Distribuição dos empreendimentos de mineração por atividade**

Fonte: FEAM (2004)

### 5.2.2 Programas de Automonitorização como condicionantes de Licença de Operação

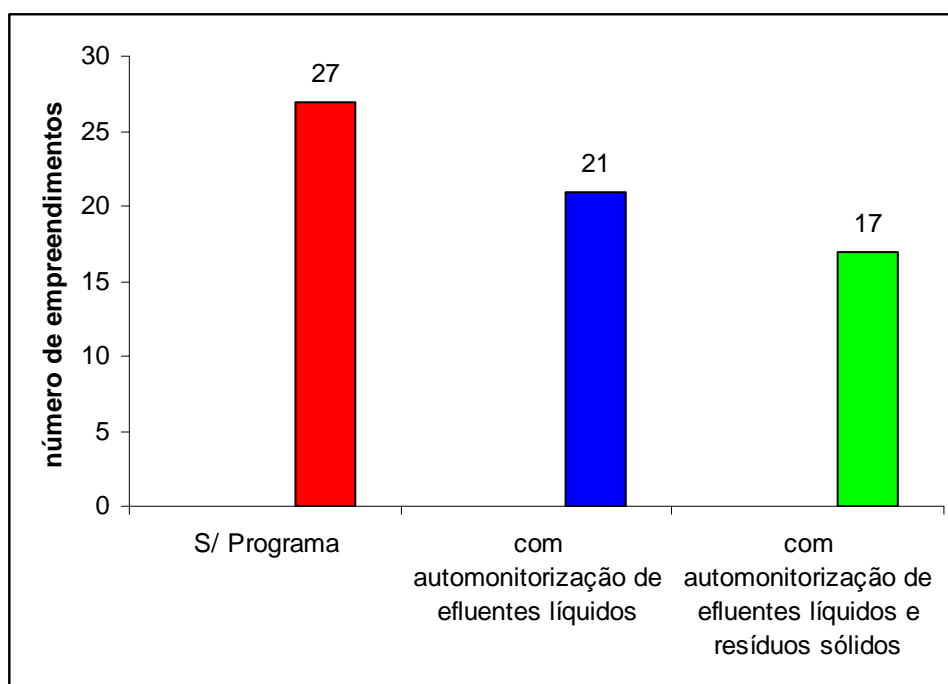
Para a obtenção da sua Licença de Operação, a empresa elabora o Plano de Controle Ambiental - PCA, no qual se encontram as propostas para mitigação dos seus impactos ambientais. O PCA deve apresentar projetos dos sistemas de controle para as emissões atmosféricas, águas residuárias e resíduos sólidos. Ao aprovar a concessão da Licença de Operação, o Plano de Controle Ambiental torna-se uma condição para o funcionamento do empreendimento. Além da operação dos sistemas de controle, faz-se necessário o seu monitoramento, para verificação da eficiência dos sistemas proposto. A FEAM adota como um dos seus sistemas de verificação o Programa de Automonitorização Ambiental, que após definido a partir da análise técnica, passa a ser também uma condição para o funcionamento do empreendimento. Cabe ao gestor ambiental a análise da qualidade ambiental no seu aspecto global, entretanto, a verificação pontual é importante. Os relatórios contendo as informações do programa de automonitorização são encaminhadas periodicamente à FEAM, para o seu acompanhamento.

O não cumprimento do programa de automonitorização, quando aprovado pelo COPAM, pode provocar a aplicação de penalidades administrativas contra a empresa, podendo chegar ao cancelamento da sua Licença. O principal objetivo do programa é propiciar a avaliação do desempenho ambiental do empreendimento, uma vez que os relatórios formarão um banco de dados no órgão ambiental, que serão comparados periodicamente, verificando a evolução da sua situação. A análise contínua da geração e da destinação de resíduos contribui para a avaliação do desempenho ambiental do empreendimento.

No caso do programa de automonitorização dos resíduos sólidos, busca-se avaliar a sua geração, bem como conseguir rastreá-lo até a sua destinação final. A instituição do Programa de Automonitorização Ambiental na FEAM é mais recente, tendo sido proposto inicialmente para o monitoramento das águas residuárias e das emissões atmosféricas, e posteriormente, para os resíduos sólidos. Conforme as figuras 5.7 e 5.8, com relação aos empreendimentos industriais localizadas na área em estudo, existe um predomínio de concessão de licença condicionadas ao desenvolvimento de programas de automonitorização para as águas residuárias (58%), indicando uma preocupação com a poluição causada por este tipo de efluente. O acompanhamento dos resíduos sólidos gerados na atividade industrial está presente na forma de programa de automonitorização em 32% das unidades industriais investigadas. No setor minerário, a situação é mais crítica. O programa de automonitorização

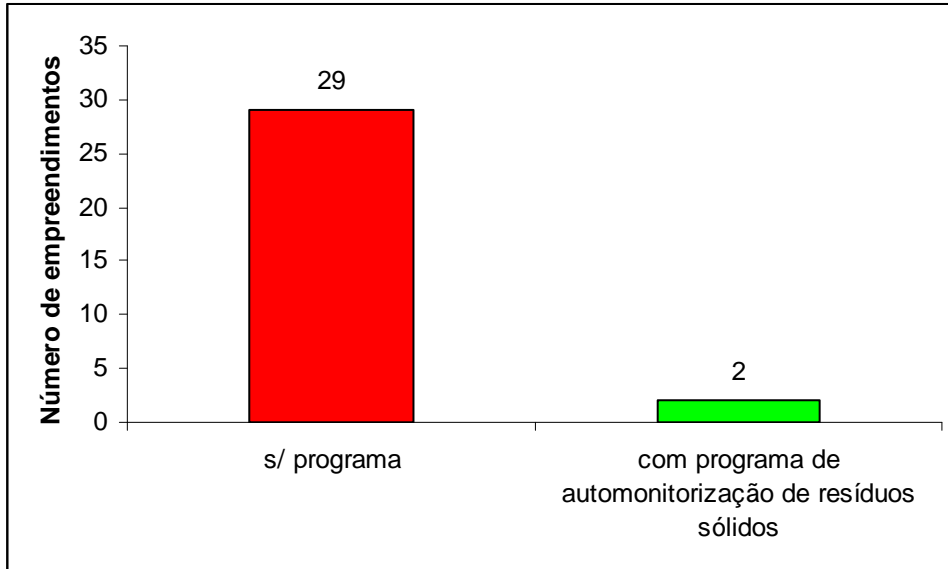
dos resíduos sólidos foi estabelecido como condicionante em duas Licenças de Operação, correspondendo a apenas 6% dos estabelecimentos minerários.

Desta forma, 94% dos empreendimentos de mineração e 62% dos estabelecimentos industriais não tem a obrigatoriedade de enviar a FEAM regularmente os resultados do programa de acompanhamento dos resíduos. A maioria dos processos existentes são antigos, e portanto, não incorporava a discussão do gerenciamento dos resíduos sólidos. Na figura 5.9 verifica-se a evolução dos empreendimentos industriais que passaram a realizar o programa de automonitorização dos resíduos sólidos. Observa-se que no período compreendido entre os anos de 2002 e 2003, o número de empreendimentos com obrigatoriedade de desenvolver programa de automonitorização de resíduos sólidos cresceu 83%. Esse crescimento pode estar relacionado aos processos de revalidação da Licença de Operação, que passaram a ser exigidos a partir daquele período.

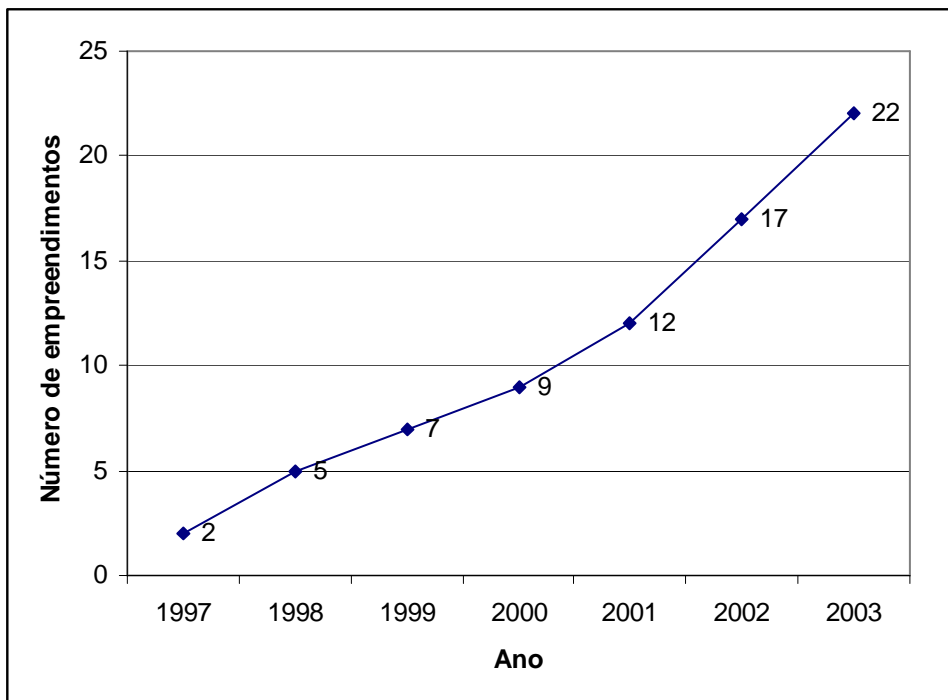


**Gráfico 5-2: Empreendimentos Industriais que possuem na Licença de Operação Programa de Automonitorização Ambiental, concedidas até novembro de 2004**

Fonte: FEAM (2004)



**Gráfico 5-3: empreendimentos minerários cuja Licença de Operação possui como condicionante a implantação de programa de automonitorização para resíduos sólidos, concedidas até novembro de 2004**  
 Fonte: FEAM (2004)



**Gráfico 5-4: Evolução do número empreendimentos localizados na área mineira da bacia do médio São Francisco que tem como condicionante da LO o programa de automonitorização ambiental para resíduos sólidos**  
 Fonte: FEAM (2004)

### 5.2.3 Geração e destinação de resíduos na área mineira da bacia do médio São Francisco

Para a construção das tabelas 5.7 e 5.8, foram utilizados os dados dos relatórios dos programas de automonitorização das empresas, bem como as informações presentes nos processos de licenciamento que foram formalizados no período entre 1997 e 2004, e que já obtiveram o seu licenciamento. Essa linha de corte foi estabelecida tendo em vista o longo período que decorreria da data da informação, anterior à 1997, fato que tornaria o dado desatualizado. É importante ressaltar que poucos empreendimentos licenciados têm programas de acompanhamento de resíduos sólidos, conforme já demonstrado nas figuras 5.7 e 5.8.

Com relação aos dados dos processos das empresas, confirma-se que a geração dos resíduos considerados não perigosos e inertes equivale a 69,22% do total. Outro aspecto importante diz respeito à geração de resíduos considerados perigosos, que corresponde à 0,04% do resíduo total gerado. Com relação à geração de resíduos não-perigosos e não-inertes, a quantidade levantada nos bancos de dados da FEAM foi de 30,74%.

A maior quantidade de geração de resíduos não perigosos e não-inertes está relacionada aos empreendimentos que desenvolvem a atividade metalúrgica de metais não-ferrosos, que foram responsáveis pela geração de 79% do volume total.

Com relação aos resíduos não-perigosos e não inertes, há um predomínio do resíduo lodo das estações de tratamento de efluentes líquidos (20%) e do bagaço de cana proveniente das unidades de produção de álcool e aguardente (49,8%).

A situação encontrada foi considerada favorável, tendo em vista baixa geração de resíduos perigosos. Além disso, a destinação dos resíduos não-inertes é facilitada pelas tecnologias hoje disponíveis (co-geração de energia para o bagaço e land-application para os biossólidos). A região possui diversos empreendimentos que desenvolvem a atividade de silvicultura, visando a produção de madeira de eucalipto, e nesses locais poderiam ser implantados projetos de aplicação de lodo no solo.

Os dados apresentados indicam que a reciclagem é a prática mais utilizada, correspondendo à 52% da destinação dos resíduos. Nessa questão, constam nos relatórios o nome dos transportadores, entretanto, na maioria dos casos, não há a indicação do local em que ocorrerá a reciclagem. Nos processos de licenciamento mais recentes, verifica-se o preenchimento do

relatório de acompanhamento da geração dos resíduos, o local onde será realizada a reciclagem, bem como a licença ambiental do estabelecimento. Essa solicitação faz parte do programa de automonitorização desses empreendimentos. A falta de indicação do nome do estabelecimento que fará a reciclagem impede a rastreabilidade dos resíduos, impedindo no futuro, a identificação da sua origem e a sua destinação.

A disposição final em aterros foi adotada para 48% dos resíduos sólidos gerados. Possivelmente, em decorrência da ausência de unidades públicas de disposição de resíduo licenciadas na região, a maioria das empresas (60%) pesquisadas implantou sistemas próprios de disposição de resíduos. A maior parte dos resíduos com destinação final (77%), são encaminhados para áreas próprias. Na região não existe um aterro sanitário licenciado pela FEAM, e os fornos de cimento licenciados para queima de resíduos estão instalados em outras regiões. É importante ressaltar que até 1996 os resíduos hoje encaminhados para áreas próprias tinham como o destino os vazadouros municipais, conforme pode ser verificado nos processos de licenciamento ambiental dos empreendimentos. O início da implantação dos projetos próprios se deu com a exigência feita pela FEAM de que os resíduos só poderiam ser encaminhados à locais licenciados no órgão de controle. Nos processos, verifica-se ainda a disposição de resíduos em vazadouros municipais (6%).

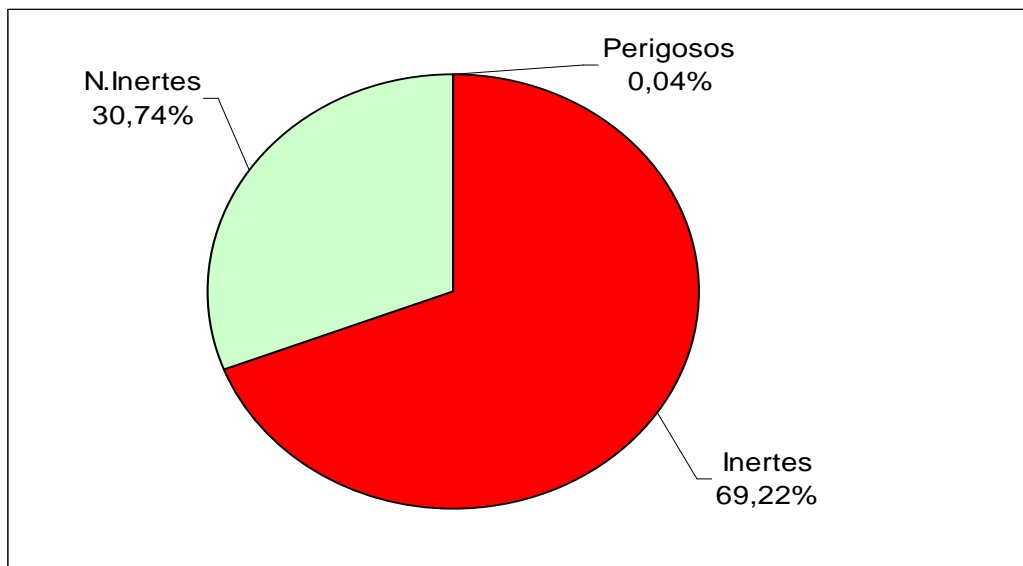
Quanto a forma de destinação final específica, 62,3% é utilizado para co-geração de energia nas caldeiras e 14,7% é aplicado no solo.

Considerando que a taxa de geração de resíduos sólidos urbanos se situa na faixa de 0,7 kg/hab.dia, estima-se uma produção total de 1.161 t/dia na região. Desta forma, a produção anual de resíduos urbanos esperada é de 423.765 t. Sendo assim, a geração de resíduos industriais na área mineira da bacia do médio São Francisco está bem próxima da quantidade de resíduos domésticos produzidos, coreespondendo à 69%. A região, embora pouco industrializada, apresenta uma significativa geração de resíduos industriais.

| Classe do Resíduo                 | Quantidade gerada (t/ano) |
|-----------------------------------|---------------------------|
| Resíduo Perigoso                  | 120,78                    |
| Resíduo Não Perigoso – Não Inerte | 203.650,00                |
| Resíduo Não Perigoso – Inerte     | 90.453,80                 |
| Total                             | 294.224,58                |

**Tabela 5-9: Geração de resíduos sólidos industriais na área mineira da bacia do médio São Francisco – dados obtidos nos processos existentes na FEAM**

Fonte: FEAM (2004)



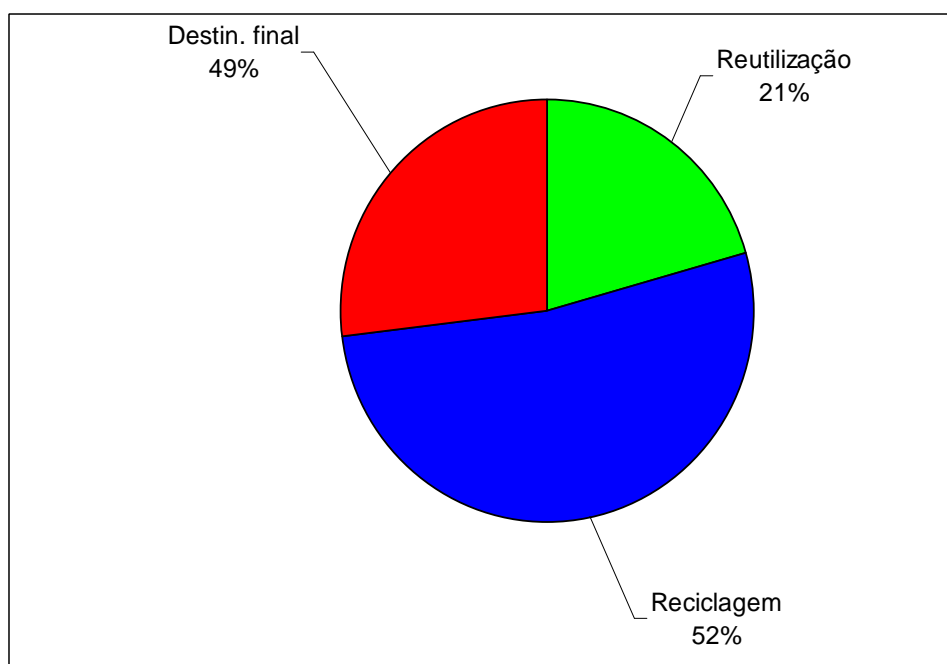
**Gráfico 5-5: Geração de resíduos sólidos industriais na área mineira da bacia do médio São Francisco – dados obtidos nos processos existentes na FEAM**

Fonte: O Autor

| Classe do Resíduo | Quantidade gerada (t/ano) |
|-------------------|---------------------------|
| Reciclagem        | 153.643,58                |
| Reutilização      | 60.428,85                 |
| Destinação Final  | 78.410,92                 |
| <b>Total</b>      | <b>292.483,35</b>         |

**Tabela 5-10: Destinação de resíduos sólidos industriais na área mineira da bacia do médio São Francisco**

Fonte: O Autor



**Gráfico 5-6: Destinação de resíduos sólidos na área mineira da bacia do médio São Francisco - dados obtidos nos processos existentes na FEAM**

Fonte: FEAM (2004)

### 5.3 Etapa 3 : Dados levantados por meio das visitas aos empreendimentos e aplicação de questionário

Após identificados os empreendimentos existentes e licenciados na área de estudo, foram selecionadas aqueles para aplicação de um questionário específico. O critério da definição de empresas foram o tipo de atividade desenvolvida e a sua representatividade no seu segmento. Para cada tipo de atividade foi selecionada um empreendimento representativo no setor, conforme tabela 8. Todas as empresas selecionadas foram classificadas como pertencentes às classes 4, 5 e 6, de acordo com a Deliberação Normativa do COPAM N<sup>o</sup> 74/2004 e de grande porte (SEMAD, 2004).

Das empresas selecionadas, 70% realizam o programa de automonitorização dos resíduos sólidos, conforme recomendação da FEAM e condicionante da Licença de Operação. As demais não têm estabelecido no seu licenciamento o programa de acompanhamento de resíduos sólidos. Esse fato favorece á um melhor gerenciamento futuro dos resíduos, tendo em vista a necessidade de se adequar a legislação ambiental. Nesses empreendimentos, a disposição dos resíduos é feita conforme proposto no Plano de Controle Ambiental.

Com relação à classificação dos resíduos gerados, verificou-se em 42% das empresas uma dificuldade para classificar os seus rejeitos. Essas empresas não classificam os resíduos conforme definido na NBR 10.004/2004, sendo que 19% delas não tinha a informação correta sobre os conceitos de resíduos industriais. Essas empresas informaram que não geravam resíduos perigosos, entretanto, existem nesses locais setores de manutenção industrial, onde são realizados os serviços de substituição de peças, limpeza de equipamento, troca de óleo, gerando resíduos classificados como perigoso. Com relação às lâmpadas usadas, 45% das empresas consultadas e que usam lâmpadas fluorescentes não consideravam como resíduo perigoso no momento do seu descarte. Em todos os empreendimentos foram identificados resíduos perigosos, que estavam relacionados à atividade do empreendimento. Em 6% dos empreendimentos consultados foi verificada a geração de resíduo perigoso no processo produtivo.

Os resíduos não perigosos e inertes na maioria dos casos consistiam de embalagens danificadas e também recipientes destinados ao transporte de insumos. Todos os empreendimentos consultados produzem resíduos dessa natureza.

A maior quantidade de resíduos não perigosos e não inertes é gerado nos sistemas de tratamento de efluentes líquidos. Das empresas avaliadas, 63% tratam seus efluentes líquidos em sistemas biológicos e removem periodicamente o lodo gerado. As demais empresas dispõem seus efluentes líquidos no solo ou lançam diretamente na rede coletora pública, sem tratamento.

Quanto à destinação, todas as empresas (100%) comercializam com terceiros os seus resíduos passíveis de reutilização, mas não passíveis de utilização no próprio estabelecimento, que as revendem para empresas recicladoras. Não existe na região empreendimentos destinados a reciclagem de materiais, sendo todo o resíduo enviado para fora da região. A reutilização dos resíduos na própria empresa ainda não é uma prática comum. Das empresas pesquisadas, 40% delas reutilizam no empreendimento os resíduos inertes aproveitáveis, como tambores.

Algumas empresas (13%) utilizam o método do *land application* para a destinação dos resíduos biológicos. As áreas utilizadas são próprias, licenciadas pelo órgão ambiental e com monitoramento freqüente.

Os resíduos não passíveis de reutilização ou reciclagem têm como destinação final aterros próprios, incineração, destruição em fornos de cimento e vazadouros municipais. A maioria

das empresas, cerca de 60%, envia algum resíduo para destruição em incineradores. No que diz respeito a aterro industrial, 13% possuem aterros próprios, licenciados pelo órgão, e exclusivo para os resíduos da empresa. Em uma dessas indústrias também foi projetado e implantado um projeto de land-farming. Das empresas consultadas, 38% encaminham parte dos resíduos para vazadouros municipais, sem o devido licenciamento ambiental.

Perguntado sobre a existência de um programa de gestão de resíduos sólidos, 94% informaram que implantaram e executam o referido programa. Sobre a certificação ambiental, 25% das empresas responderam possuir a certificação da ISO 14.000. Um aspecto relevante nessa questão diz respeito à resposta de 25% das empresas que entendem a Licença Ambiental expedida pelo COPAM/FEAM como uma certificação ambiental.

Com relação ao controle ambiental dos resíduos sólidos, todas as empresas (100%) anteriormente descartavam os seus resíduos sólidos no vazadouro municipal. Após a exigência do órgão de controle ambiental, os resíduos passaram a ter nova destinação.

| Tipo de atividade industrial                | Nº de estabelecimentos |
|---|------------------------|
| Laticínio                                   | 1                      |
| Indústria Têxtil sem acabamento             | 1                      |
| Indústria Alimentícia                       | 1                      |
| Abate de animais de grande porte            | 1                      |
| Metalúrgica básica                          | 1                      |
| Indústria de beneficiamento de sementes     | 1                      |
| Indústria Têxtil com acabamento             | 1                      |
| Indústria de beneficiamento de grãos        | 1                      |
| Destilaria de álcool                        | 1                      |
| Indústria para produção de aguardente       | 1                      |
| Indústria de produção de espuma e artefatos | 1                      |
| Indústria farmacêutica                      | 1                      |
| Indústria de produtos veterinários          | 1                      |
| Indústria cimenteira                        | 1                      |
| Indústria de artefatos de papel             | 1                      |
| Mineração de mineral metálico               | 1                      |
|   | 16                     |

**Tabela 5-11: Tipo de empreendimentos selecionados para aplicação do questionário**

Fonte: O Autor

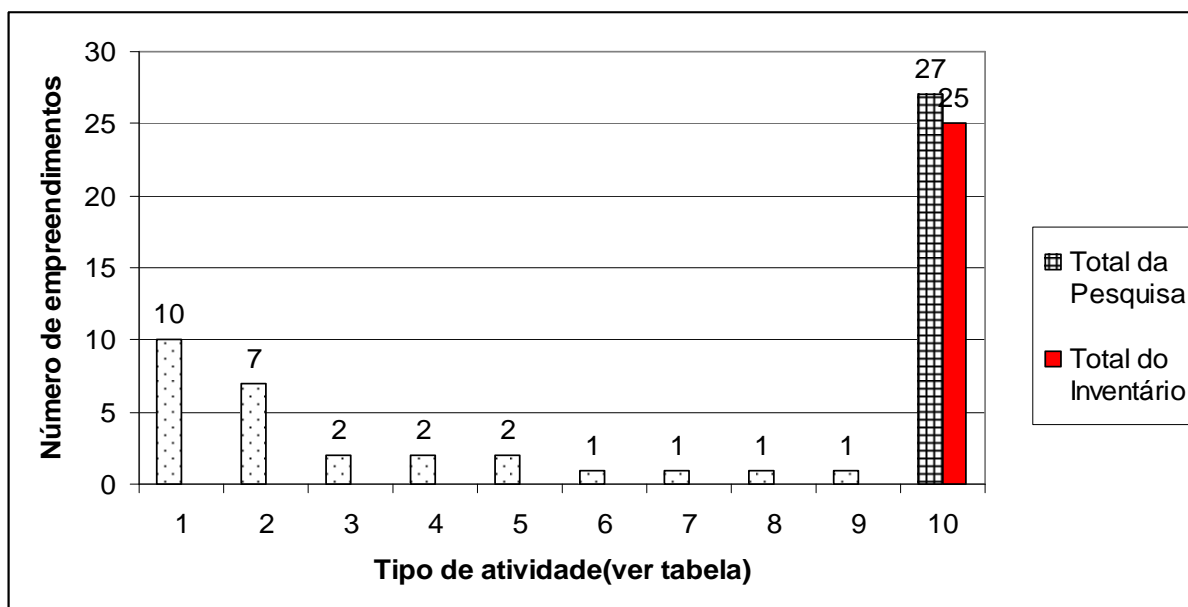
### 5.3.1 Comparação entre os dados obtidos nos arquivos da FEAM e em campo com os resultados do Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Industriais

Analisando o relatório do Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Industriais verificou-se:

- Segundo o relatório, 14 empreendimentos industriais instalados na área mineira da bacia do médio São Francisco responderam ao questionário, e desta forma participaram do inventário, correspondendo a 2,38% do universo pesquisado (FEAM, 2003).
- De acordo com as informações do próprio relatório, 25 empreendimentos industriais localizados na área de estudo responderam ao questionário, portanto existe uma diferença entre os dados do documento e o resultado do Inventário. Nesse caso, a região contribuiu com 4,3 % dos empreendimentos (FEAM, 2003);
- Dos 85 municípios pertencentes à área de estudo, apenas 6 tiveram empreendimentos participando do inventário, correspondendo a 7% do total;
- Os empreendimentos pesquisados no inventário se concentram praticamente em três municípios: 12 em Montes Claros (48%), 6 em Pirapora (24%) e 4 em Várzea da Palma (16%) (FEAM, 2003);
- Dos 25 empreendimentos que participaram do Inventário Estadual, 8 desenvolvem a atividade de metalurgia de metais não-ferrosos, correspondendo à 32% das unidades industriais inventariadas (FEAM, 2003).
- Os empreendimentos inventariados localizados nas regiões Norte e Noroeste de Minas geraram 78.690,45 toneladas de resíduos sólidos industriais no ano de 2003 (FEAM, 2004);
- As 8 unidade industriais da atividade metalúrgica de metais não-ferrosos são responsáveis pela geração de 86,03% dos resíduos sólidos gerados na área mineira da bacia do médio São Francisco (FEAM, 2003).

Considerando os dados obtidos na DIINF/FEAM, o número de empreendimentos que deveriam ter participado do Inventário seria maior. Pelos dados constantes no arquivo da FEAM, 27 empresas se enquadravam nos tipos de atividades industriais selecionadas no Inventário. Esses empreendimentos atendem aos requisitos do Inventário, pois desenvolvem atividades selecionadas e possuem portes médio e grande, condições necessárias para participação. Os empreendimentos relacionados no estudo encontravam-se em operação no ano da realização do Inventário, entretanto, apenas 25 empreendimentos foram inventariados.

Essa diferença pode estar relacionada com uma empresa de Montes Claros, tendo em vista que o Inventário cita a participação de 12 empresas instaladas naquele município, entretanto, o estudo identificou 13 unidades industriais localizadas em Montes Claros. Como no relatório final do Inventário não apresenta o número de empreendimentos por tipo de atividade desenvolvida, não foi possível detectar a diferença.



**Gráfico 5-7: Empreendimentos industriais instalados na bacia do Médio São Francisco que apresentam os mesmos requisitos das unidades industriais selecionadas no Inventário Estadual de Resíduos Sólidos**

Fonte: FEAM (2004)

| Tipo de atividade                             | Código |
|---|--------|
| Indústria Têxtil                              | 1      |
| Metalúrgica básica                            | 2      |
| Extração de minerais metálicos                | 3      |
| Metalúrgica                                   | 4      |
| Construção                                    | 5      |
| Fabricação e montagem de materiais elétricos  | 6      |
| Fabricação de produtos de papel               | 7      |
| Fabricação de produtos de madeira             | 8      |
| Fabricação de produtos de borracha e plástico | 9      |

**Tabela 5-12: Relação entre o tipo de atividade e o seu código correspondente na figura 18**

Fonte: O Autor

Ainda com relação às atividades relacionadas no Inventário Estadual, verificou-se a ausência dos seguintes ramos de atividades industriais: indústria farmacêutica, de produtos

veterinários, indústria cimenteira, destilaria de álcool, beneficiamento de grãos e a alimentícia de grande porte, por serem importantes geradoras de resíduos, muito embora, os resíduos sejam classificados na sua maior parte, como não perigosos, mas precisam ser descartados de maneira adequada, sob o risco de causar degradação ambiental. A Deliberação Normativa do COPAM N° 74/2004, considera essas atividades como de grande potencial poluidor para o solo e para a água. Na área de estudo existem pelo menos uma unidade industrial para cada atividade relacionada acima, consideradas de grande porte e grande potencial poluidor. Para comparação com o Inventário, foram consolidados os dados coletados através dos questionários preenchidos durante as visitas aos empreendimentos.

Para a avaliação dos resultados do Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Industriais, utilizou-se os dados dos questionários aplicados em 7 empreendimentos que desenvolvem as seguintes atividades: laticínio, abate de animais de grande porte, fabricação de cimento, produção de álcool, indústria farmacêutica, indústria de fabricação de produtos veterinários e indústria de beneficiamento de sementes. Esses empreendimentos são classificados como de grande porte e encontram-se instalados na área de estudo.

| <b>Atividades/Empreendimentos Selecionadas</b> | <b>Número de empreendimentos</b> |
|--|----------------------------------|
| Laticínio                                      | 1                                |
| Usina de álcool                                | 1                                |
| Frigorífico de animais de grande porte         | 1                                |
| Indústria farmacêutica                         | 1                                |
| Industria de produtos veterinários             | 1                                |
| Indústria de beneficiamento de sementes        | 1                                |
| Indústria cimenteira                           | 1                                |

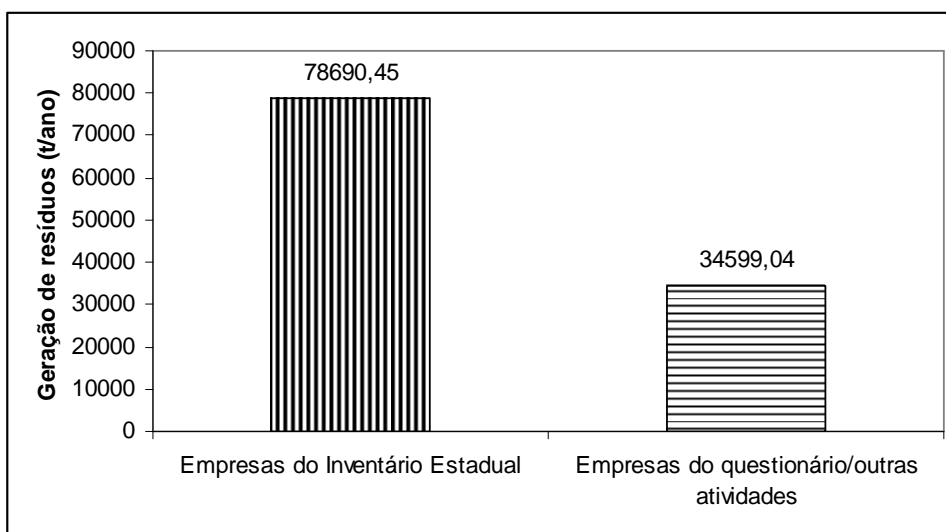
**Tabela 5-13: Empreendimentos de grande porte instalados na bacia do Médio São Francisco que não participaram do Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Industriais**

Fonte: O Autor

De acordo com a FEAM (2004), os empreendimentos industriais localizados na área mineira da bacia do Médio São Francisco que participaram do Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Industriais geraram 78.690,45 toneladas no ano de 2003, sendo que as unidades industriais que exercem a atividade metalúrgica de metais não ferrosos contribuíram com 86,03 % desse total, ou seja 67.697,39 t/ano e os demais empreendimentos inventariados participaram com 10.647,61 t/ano (13,97%). Comparando com outros empreendimentos industriais de grande porte instalados na área da bacia, que não foram selecionados para participarem do Inventário, verifica-se que os mesmos geram um volume significativo de

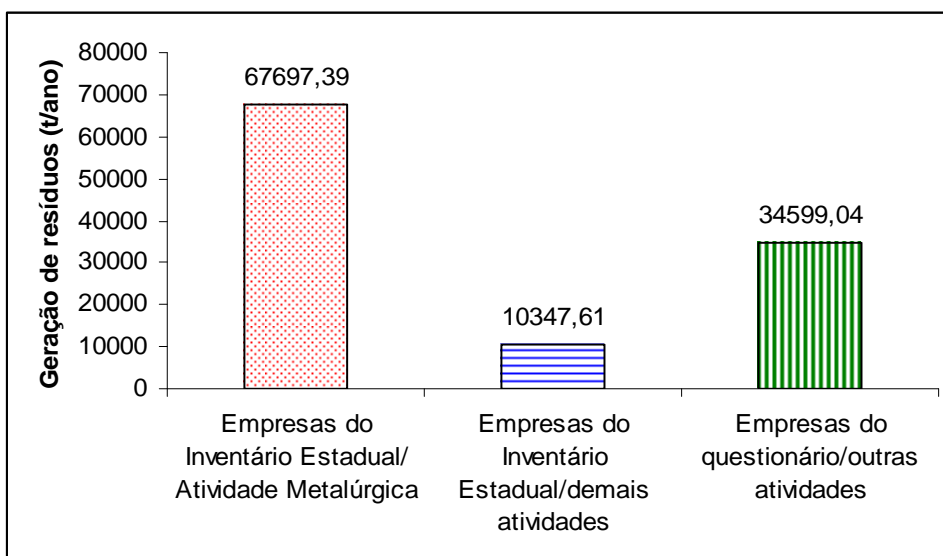
resíduos, 34.599,04 t de resíduos sólidos, que correspondeu à 43,8 % do total do Inventário das empresas da região.

Retirando do Inventário Estadual os dados provenientes dos empreendimentos que se dedicam a atividade metalúrgica de metais não-ferrosos, verifica-se que a geração de resíduos das demais empresas inventariadas (10.647,61 t/ano) corresponde à 30,8 % da geração de resíduos das 7 unidades industriais (34,599,04 t/ano) que não participaram do Inventário. Ou seja, a geração de resíduos de 7 unidades industriais que não participaram do Inventário foi bastante superior a geração de resíduos dos 17 empreendimentos restantes.



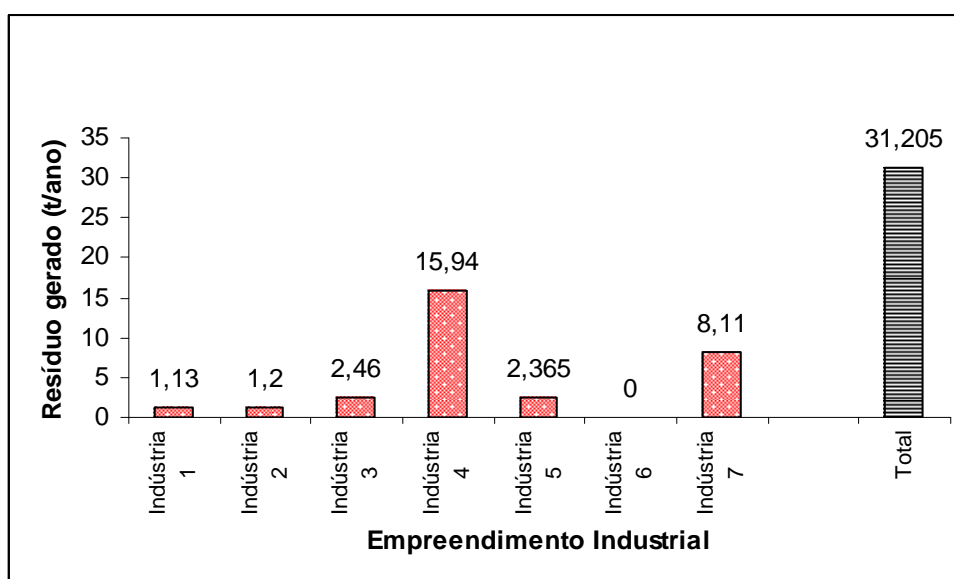
**Gráfico 5-8: Geração de resíduos por empreendimentos industriais de grande porte instalados na área mineira da bacia do Médio São Francisco – Dados do Inventário Estadual de Resíduos Sólidos e dos levantamentos em campo**

Fonte: Adaptado de FEAM (2004)



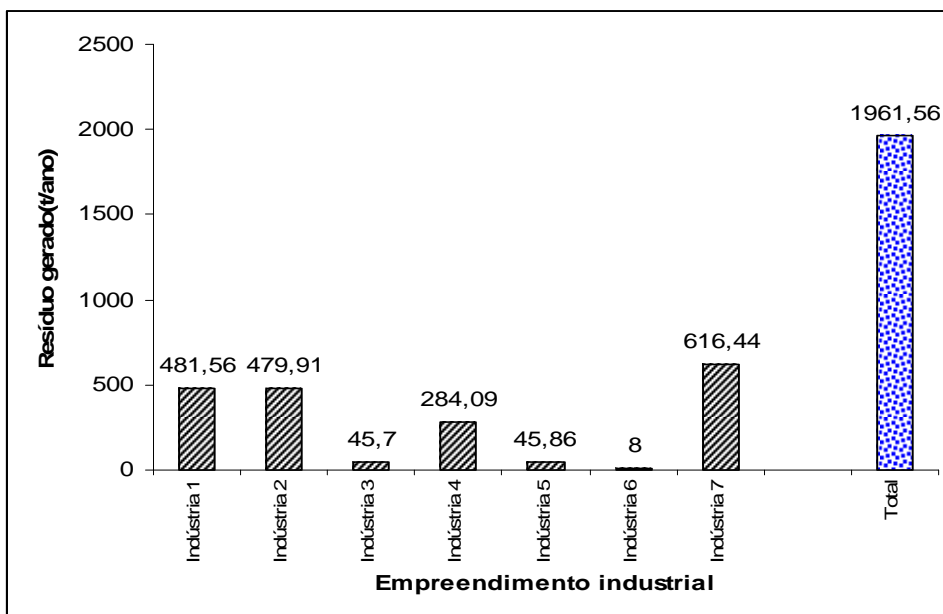
**Gráfico 5-9: Geração de resíduos sólidos industriais por empreendimentos de grande porte instalados na bacia do Médio São Francisco**

Fonte: Adaptado de FEAM (2004)



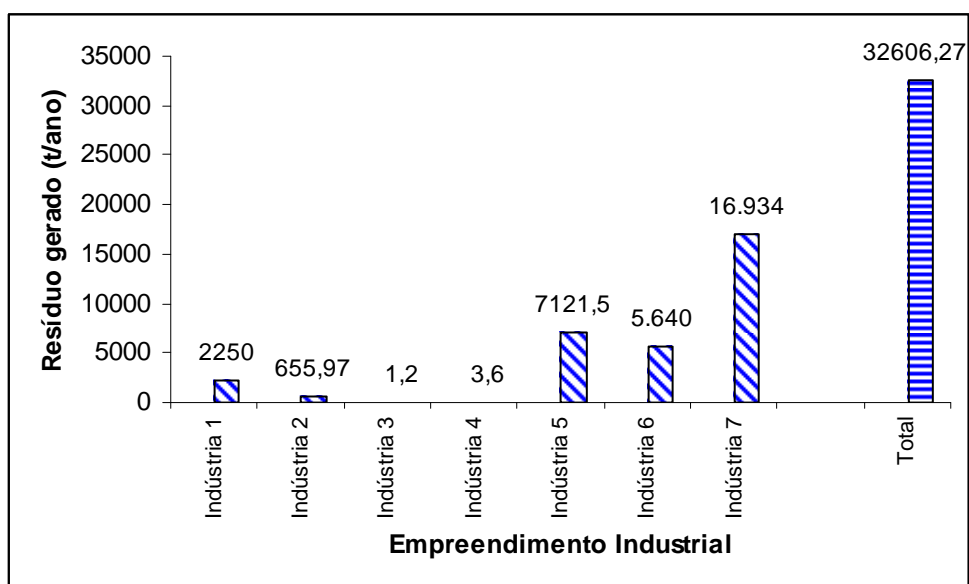
**Gráfico 5-10: Geração de resíduos sólidos perigosos por empreendimentos não selecionados para o Inventário Estadual de Resíduos Sólidos.**

Fonte: O Autor



**Gráfico 5-11: Geração de Resíduos Sólidos Inertes por empreendimentos não selecionados para o Inventário Estadual**

Fonte: O Autor



**Gráfico 5-12: Resíduo sólido industrial não perigoso e não inerte gerado por empreendimentos não selecionados no Inventário Estadual**

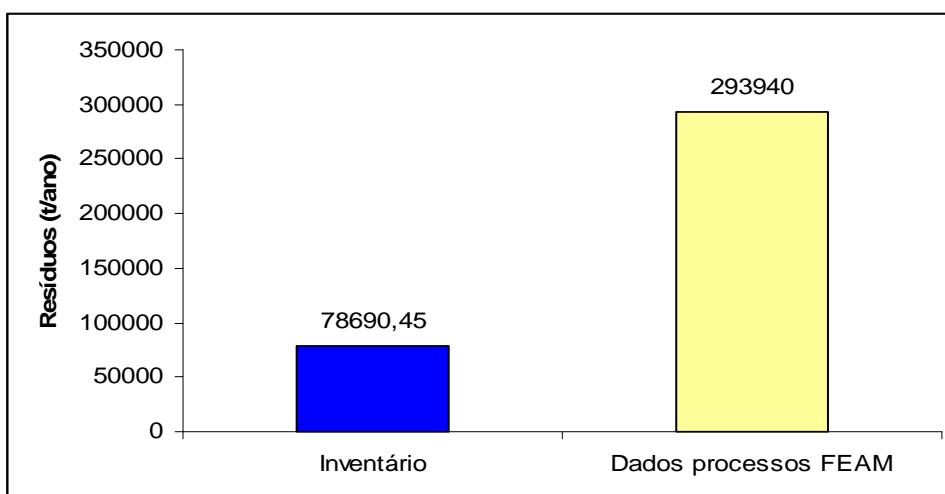
Fonte: O Autor

É importante ressaltar que o Inventário Estadual de Resíduos Sólidos contemplou 25 empreendimentos industriais instalados na área mineira da bacia do Médio São Francisco,

sendo que o presente estudo verificou a existência e o funcionamento de 96 estabelecimentos, entre unidades fabris e mineradoras, sendo que 68 delas se enquadram no primeiro critério.

Com relação ao levantamento realizado nos processos de licenciamento existentes na DIINF/FEAM, verifica-se uma diferença entre os resultados do Inventário e os dados existentes no arquivo da instituição. Isso decorre principalmente do universo pesquisado nos arquivos e o número de empreendimentos que participaram do Inventário. Porém, faz-se necessário realizar a comparação, para avaliar a necessidade de se ampliar o número de atividades para compor uma próxima investigação.

Conforme pode ser verificado na Figura 26, a geração de resíduos considerada no Inventário correspondeu a 26,8% da quantidade de resíduos sólidos identificados nos processos da FEAM. Tal fato pode ter se acentuado devido a diferença entre o número de empreendimentos citados no relatório do Inventário (25), e os empreendimentos de fato inventariados(14).



**Gráfico 5-13: Levantamento da geração de resíduos industriais na área mineira da bacia do Médio São Francisco**

Fonte: Adaptado de FEAM (2004)

## 6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O desenvolvimento sócio-econômico das regiões norte e noroeste de Minas Gerais, as quais formam a área mineira da bacia do Médio São Francisco, é objetivo do Governo do Estado de Minas Gerais, tendo em vista os baixos índices de desenvolvimento humano existentes na região. O incentivo à industrialização local foi uma prática muito utilizada na Região Norte de Minas, com a criação de pólos industriais regionais.

Em conjunto com essas medidas de incentivo é necessário discutir a gestão ambiental da região, para evitar a pressão sobre os recursos naturais. Uma das ações importante é a conscientização da sociedade sobre os riscos da disposição inadequada dos resíduos sólidos. A Bacia do Rio São Francisco é considerada de grande importância sócio-econômica, tendo em vista o uso múltiplo das suas águas, decorrente do seu potencial de exploração de água, energético, agropecuário, agroindustrial e turístico. A disposição dos resíduos de forma inadequada pode comprometer a qualidade das suas águas.

A realização do trabalho possibilitou verificar que as informações disponíveis no Sistema Estadual de Meio Ambiente de Minas Gerais sobre o assunto resíduo sólido são ainda incompletas, não sendo possível, só com os dados existentes, avaliar de maneira adequada a situação do gerenciamento dos resíduos pelos empreendimentos instalados naquela região, bem como prever passivos ambientais em decorrência da sua disposição inadequada. Porém, as informações existentes já mostram a necessidade de se realizar um amplo estudo sobre um plano de gestão integrado na bacia.

A quantidade de resíduos gerados é significativa (229.224,58 t/ano), apesar dos resíduos perigosos ainda contribuir com pequena quantidade (120,78 t/ano), fato que é positivo no sentido de manter a qualidade ambiental. Os demais resíduos sólidos gerados são não perigosos, e se distribuem entre os não inertes (203.650 t/ano) e os inertes (90.453,80 t/ano).

Um aspecto que constitui como um indicador de desempenho ambiental diz respeito a destinação dos resíduos sólidos gerados nos empreendimentos industriais. A maior parte dos resíduos gerados é reciclado (52%). A utilização de técnicas como aterro, *land farming*, *land application*, dentre outros, como destinação final é significativa, representando 49% do total gerado. A reutilização, que se trata da utilização dos resíduos gerados na própria unidade, corresponde a 21%.

Por outro lado, verificou-se que existem empresas que cumprem a legislação ambiental, implantando sistemas de gestão de resíduos sólidos e enviando regularmente as informações sobre a movimentação/destinação dos resíduos à FEAM. Conforme verificado, as ações de adequação dos empreendimentos se devem fundamentalmente às ações de comando e controle do órgão de controle ambiental.

O licenciamento ambiental tem contribuído para a melhoria da gestão ambiental da região, na medida em que propõe ações preventivas e de monitoramento. A obrigatoriedade legal da revalidação da Licença de Operação possibilita a revisão de procedimentos considerados adequados à época da concessão da licença. O novo processo da revalidação da licença tem incorporado melhorias importantes na gestão. As empresas não executam ações conjuntas para otimizar o gerenciamento dos resíduos. Da mesma forma, os gestores municipais não identificaram os resíduos industriais como um problema emergente.

Apesar desses avanços, a maioria das empresas não classifica corretamente os seus resíduos sólidos, e dessa forma, compromete a sua gestão e escolha da forma de destinação dos mesmos. Resíduos considerados perigosos, mesmo de pequena monta, são misturados aos não perigosos, contaminando-os e com isso, potencializando o problema. As empresas devem conscientizar-se da situação para melhorar o seu desempenho ambiental e com isso, evitar os danos ambientais.

A intensificação da fiscalização por parte do órgão ambiental possibilitará a melhoria da situação atual, fato já iniciado com a regionalização do Conselho Estadual de Política Ambiental, com a criação de sete escritórios regionais. Deve-se implementar as ações de fiscalização sobre os empreendimentos e sobretudo, nos vazadouros municipais, para verificação da destinação de resíduos sólidos perigosos.

Além da fiscalização dos empreendimentos industriais e de mineração, a ação de comando e controle do órgão ambiental deve ser direcionada também para os gestores municipais, visando a criação de estruturas que possam receber resíduos sólidos industriais com características domésticas, e com isso, desestimular a sua disposição em locais que possam acarretar danos ambientais. Os empreendimentos de menor porte têm dificuldades operacionais para dispor os seus resíduos de forma correta, principalmente pela ausência de locais licenciados para essa finalidade e monitorados. Faz-se necessário a realização de inventários de resíduos periodicamente, ampliando o universo a ser pesquisado. É importante ressaltar que o próprio inventário deveria ampliar a lista de empreendimentos pesquisados.

Tanto no levantamento dos dados secundários, coletados nos arquivos da FEAM, tanto quanto na coleta de dados por meio de questionários aplicados nos empreendimentos, verifica-se que as informações do Inventário Estadual de Resíduos Sólidos estão incompletas.

A geração de resíduos sólidos industriais na região de estudo é significativa e encontra-se no patamar próximo à quantidade de resíduos urbanos gerados.

Por fim, espera-se que os resultados obtidos com essa pesquisa possam contribuir para a gestão ambiental na área mineira da bacia do Médio São Francisco, que apesar de pouco desenvolvida industrialmente, verificou-se a existência de grandes geradores de resíduos sólidos.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AAKER, D. A.; KUMAR, V.; DAY, G.S. *Marketing Research*. 5<sup>th</sup> Ed., New York, John Wiley & Sons, 1995.

AGENDA 21, Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. 1992: Rio de Janeiro.

ALEM SOBRINHO, P. *Tratamento de esgoto e geração de lodo*. In: *Biossólidos na agricultura*. Capítulo 7. Sabesp. Escola politécnica-USP, ESALQ-USP/Nupegel, UNESP-Jabotical. São Paulo, 2001.

ALMEIDA, J. A. A. *A construção social da gestão dos recursos minerais*. Orientadora: Leila da Costa Ferreira. Campinas, 2003. Tese (doutorado). Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Estadual de Campinas.

ALONSO, H.; DAWALIBI, M.; FINK, D. R.; *Aspectos Jurídicos do Licenciamento Ambiental*. 2<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2002. 245p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, ABNT, NBR 10004 – *Resíduos Sólidos*, Rio de Janeiro, 2004.

BOLLMANN H. A., MARQUES D. M. – *Gestão Ambiental Integrada de Bacias Hidrográficas: Bacia do rio Cachoeiras – São Mateus do Sul-PR – Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, V. 6, p.45-65, 2001.

BRAILE, P.M; CAVALCANTE, J.E.W.A. *Manual de tratamento de águas residuárias industriais*. São Paulo, SP: Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, 1987.

BRANCO, S. M., ROCHA, A. A. – *Ecologia: Educação ambiental e ciências do ambiente para universitários*. São Paulo, SP: Cetesb, 1984.

BRASIL. Decreto-Lei nº 1.413, de 14 de agosto de 1975. Dispõe sobre o Controle da poluição do meio Ambiente provocada por atividades industriais. Brasília, DF, V.2, n.4, p. 315.318, 1999. Caderno Legislativo, n.4.

\_\_\_\_\_. Decreto-Lei nº 76.389, de 3 de outubro de 1975. Dispõe sobre as medidas de prevenção e controle da poluição industrial de que trata o Decreto-Lei nº 1.413, de 14 de agosto de 1975, e dá outras providências. Brasília, DF, v.2, n. 4, p. 45-49, 1999. Caderno Legislativo, n.4.

\_\_\_\_\_. Decreto nº 99.274, de 6 de junho de 1990. Regulamenta a Lei nº 6.902, de 27 de abril de 1981, e a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõem, respectivamente sobre a criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental e sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, e dá outras providências" – Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília 07 de junho de 1990. Disponibilidade < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/Antigos/D99274.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/Antigos/D99274.htm) > Acesso em 23 de novembro de 2004.

\_\_\_\_\_. Lei Federal nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional de meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação. Brasília, DF, v.1, n. 4, p. 297-305. Caderno Legislativo, n.4.

\_\_\_\_\_. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 06, de 15 de junho de 1988. dispõe sobre a realização de inventário de resíduos industriais gerados e o existentes no país. Diário Oficial da União, Brasília, DF, Seção I, p. 22-123, 16 de nov. de 1988.

\_\_\_\_\_. Constituição (1988). *Constituição da República Federativa do Brasil*. Brasília, DF: Senado, 1988.

\_\_\_\_\_. Conselho Nacional de Meio ambiente. Resolução nº 237 de 22 de dezembro de 1997. Regulamenta os aspectos de licenciamento ambiental estabelecidos na Política Nacional do Meio Ambiente.. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 22 de dezembro de 1997. Disponível em < <http://www.mma.gov.br/port/conama/index.cfm> > Acesso em 26 de novembro de 2004.

\_\_\_\_\_. Lei Federal Nº 9.605 de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 17 de fevereiro de 1998. Disponível em < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L9605.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9605.htm) > Acesso em 31 de julho de 2004.

\_\_\_\_\_. Lei Federal Nº 6.902 de 27 de abril de 1981 – Dispõe sobre a Criação de estações Ecológicas, Áreas de Proteção Ambiental e dá outras providências. Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L9605.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9605.htm)> Acesso em 31 de julho de 2004.

\_\_\_\_\_. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 264, de 26 de agosto de 1999. dispõe sobre a realização de inventário de resíduos industriais gerados e os existentes no país. Disponibilidade e acesso <<http://www.mma.gov.br/port/conama/index.cfm>> Acesso em 15 de julho de 2004.

\_\_\_\_\_. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 313, de 29 de outubro de 2002. Dispõe sobre procedimentos e critérios para o funcionamento de sistemas de tratamento térmico de resíduos. Disponibilidade e acesso <<http://www.mma.gov.br/port/conama/index.cfm>> Acesso em 17 de julho de 2004.

BRASIL, 1998. *Constituição da República Federativa do Brasil*. Brasília: Senado Federal. Coleção Saraiva de Legislação, 22ª edição, atualizada e ampliada, 1999.

BROLLO MJ, SILVA MM. Política e gestão ambiental em resíduos sólidos. Revisão e análise sobre a situação no Brasil. João Pessoa, Pb. In: *Anais do 21º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*; 2001. ABES/AIDIS. 2001. CD-ROM.

CAGNIN, C. H. *Fatores relevantes na implementação de um Sistema de Gestão Ambiental com base na Norma ISO 14001*. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis/ SC, março de 2000. 229p

CETESB, COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. *Resíduos Sólidos Industriais*. São Paulo, 1985.

CETESB. *Manual de Gerenciamento de áreas Contaminadas*. São Paulo, SP. Relatório Técnico. 1999. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental / Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), Projeto de Cooperação Técnica Brasil-Alemanha. 1996b.

CLARKE, R. & TIMBERLAKE, L. *Stocholm plus tien – Promises, promise? The decade since the 1972 UN Environment Conference*. London, Earthscan, 1982 In:

CNTL – CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIAS LIMPAS. *Manual de procedimentos para elaboração de estudos de caso em produção mais limpa*. Rio Grande do Sul. 1989.

CORRENTE, J. E., NOGUEIRA, M. C. S. e COSTA, B. M.. *Contrastes ortogonais na análise do controle de volatilização de amônia em compostagem*. *Sci. agric.*, abr./jun. 2001, vol.58, no.2, p.407-412. ISSN 0103-9016.

DERÍSIO, J. C. *Introdução ao controle de poluição ambiental*. 1 ed. São Paulo: CETESB, 1992.

DIAS, E. G. C. S. *Avaliação de impacto ambiental de projetos de mineração no Estado de São Paulo: a etapa de acompanhamento*. Orientador: Luis Enrique Sanchez, São Paulo, 2001. Dissertação (mestrado). Escola Politécnica. Universidade de São Paulo.

DONAIRE D. – *Gestão Ambiental na Empresa* - São Paulo: Ed. Atlas, 1995.

FEAM – Questão Ambiental em Minas Gerais – Discurso Política – Fundação João Pinheiro – Belo Horizonte – 1998.

FEAM – FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. *Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Industriais*. Disponível em < <http://www.feam.br/principal/home.asp> > . Acesso em 16 de julho de 2004.

FEEMA – FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DO MEIO AMBIENTE, 2000. *Sem qualidade o lixo ainda atormenta e reduz qualidade de vida*. Revista FEEMA, 20:34-40

FERRARI, K. R. *Aspectos ambientais do processo de fabricação de placas de revestimentos cerâmicos (via úmida), com ênfase nos efluentes líquidos*. – Orientador José Octavio Armani Paschoal, São Paulo, 2000. Tese (doutorado). Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – Universidade de São Paulo.

FERREIRA, A.S.; CAMARGO, F.A.O.; TEDESCO, M.J.; BISSANI, C.A.; *Alterações de atributos químicos e biológicos de solo e rendimento de milho e soja pela utilização de resíduo de curtume e carbonífero*. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.27, p.755- 763, 2003.

FINK, D. R.; MACEDO, A. C. H. *Roteiro para o Licenciamento Ambiental e outras Considerações*. In: FINK, D. R.; ALONSO JUNIOR, H.; DAWALIBI, M. *Aspectos Jurídicos do Licenciamento ambiental*. 2 ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2002.

FIGUEIREDO, P.J.M.; *A sociedade do lixo: os resíduos, a questão energética e a crise ambiental*. 2.ed. Piracicaba:Unimep,1995.

FURTADO, J.S.; SILVA, E.R.F.; MARGARITO, A.C.; Estratégias de gestão ambiental e os negócios da empresa. Programa de Produção Limpa, Departamento de Engenharia de Produção e Fundação Vanzolini, Escola Politécnica, USP, S.Paulo, 2001. Disponível em [www.vanzolini.org.br/areas/desenvolvimento/producaolimpa](http://www.vanzolini.org.br/areas/desenvolvimento/producaolimpa)

FURTADO, C.; BECKERMAN, W.; PAVÓN, R.; HERRERA, A. O.; SÁBATO, S.; PELACHAUD, G.; KOSMA, F.; KAMINSKY, B.; OKOLSKI, M.; SWITALSKI, W.; ROCKEFELLER, N. *El Club de Roma – Anatomía de un grupo de presión – 8 ensayos críticos sobre el Club de Roma, sus intenciones visibles e invisibles, la utilización de la ciencia para el dominio del mundo*, Buenos Aires. Argentina: Ediciones Síntesis, 1976.

GEOBRASIL 2002. *Perspectivas do meio ambiente no Brasil*. Brasília: IBAMA, 2002

HARRISON, R. B.; HENRY, C. L.; XUE, D. S. Magnesium deficiency in Douglas-fir and grand fir growing on a sandy outwash soil amended with sewage sludge. *Water, air and soil pollution*, v. 75, n. 1/2, p. 37-50, 1994.

IBAMA, INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS HÍDRICOS RENOVÁVEIS. *A lei da Natureza: lei de crimes ambientais*. Brasília, 1998.

IGAM – Qualidade das águas superficiais em 2001 – *Projeto Águas de Minas*, 2001. CD-ROM

IPT & CEMPRE. *Lixo Municipal*. Manual de Gerenciamento Integrado. São Paulo: Publicação IPT 2622, 2ª ed., 2000.

JAHNEL, M. C., MELLONI, R. e CARDOSO, E. J. B. N. *MATURIDADE DE COMPOSTO DE LIXO URBANO*. *Sci. agric.*, 1999, vol.56, no.2, p.301-304. ISSN 0103-9016.

KIRCHHOFF, D.. *Avaliação de risco ambiental e o processo de licenciamento : o caso do gasoduto de distribuição gás brasileiro trecho São Carlos - Porto Ferreira*. Orientador:

Marcelo Pereira de Souza. São Carlos, 2004. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo.

LANA A. E. – *Instrumento de Gestão Ambiental* – Brasília : IBAMA,1994.

LEVINE, A. G. *Love Canal: Science, Politics, and People*. Lexington, MA, Lexington Books, 1982, xvii + 263 p. SANCHES L. E. – *Desengenharia – O Passivo Ambiental na Desativação de Empreendimentos Industriais* – São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.

LEITE W.C.A, SCHALCH V, CASTRO M.C.A., FERNADES JR.J.L. A gestão e o gerenciamento de resíduos sólidos a partir das unidades de conservação de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHIS) no Estado de São Paulo. Rio de Janeiro, RJ. In: *Anais do 20º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*; 1999. ABES/AIDIS. 1999. CD-ROM.

LIMA, L. M. Q. *Gestão de resíduos sólidos no Brasil*. Abes, 2001. In: FERRUCIO, R. S. *Avaliação do gerenciamento de resíduo sólido em doze municípios paulistas, com aterro considerado adequado pela CETESB*. Orientadora Eglé Novais Teixeira. Campinas, 2003. Tese (doutorado). Faculdade de engenharia Civil. Universidade Estadual de Campinas.

LISBOA, M. V. *Em busca de uma política externa brasileira de meio ambiente: três exemplos e uma exceção à regra*. São Paulo Perspec., abr./jun. 2002, vol.16, no.2, p.44-52. ISSN 0102-8839.

LOPES, E. B. M. *Diversidade metabólica em solo tratado com bio sólidos*. 2001. 65p. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

MACIEL, C. C. A. de. *Química e absorção de zinco, cobre e níquel por braquiária (Brachiaria decumbens Stapf) em solo tratado com bio sólido*. 2003.186 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

MAIMOM, D. – *ISO 14001- Passo a passo para implantação nas pequenas e médias empresas*. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora Ltda, 1999. In: CAGNIN, C.H. – *Fatores relevantes na implementação de um sistema de gestão ambiental com base na Norma Iso 14001*. Florianópolis. Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina.

MARINHO, M. B. *Novas relações sistemas produtivos e meio ambiente: do controle à prevenção da poluição*. Salvador, 2001. 246 f. Dissertação (mestrado). Escola politécnica. Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2001..

MASON, R.J & MATTSON, M. T. *Atlas of United States Enviromental issues*. New York, Macmillian, 1990. In: SANCHES L. E. – *Desengenharia – O Passivo Ambiental na Desativação de Empreendimentos Industriais* – São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.

MEADOWS, D. L. et. Al. *Limites do Crescimento: um relatório para o Projeto do Clube de Roma sobre o dilema da humanidade*. 2 ed. São Paulo: Perspectiva, 1978.

METCALF & EDDY, INC. *Wastewater engineeiring: Treatement/disposal/reuse MacGrawHill seriesand water resorses e environmental*. Enginnering, 3º ed Edition, 1991.

MILARÉ, E. *Direito do Ambiente: doutrina, prática, jurisprudência, glossário*. 2 ed. São Paulo: Editora Revista dos tribunus. 2001.

MINAS GERAIS. Lei Estadual N° 7.772 de 8 de setembro de 1980. Dispõe sobre a proteção, conservação e melhoria do meio ambiente. Diário Oficial de Minas Gerais, Belo Horizonte, 9 de setembro de 1980. Disponível em < <http://www.almg.gov.br/njmg/dirinjmg.asp> > Acesso em 29 de novembro de 2004.

\_\_\_\_\_. Decreto N° 21.228 de 10 de março de 1981. Regulamenta a Lei N° 7.772 de 8 de setembro de 1980, que dispõe sobre a proteção, conservação e melhoria do meio ambiente no Estado de Minas Gerais. Diário Oficial de Minas Gerais, Belo Horizonte, 21 de março de 1981. Disponível em < <http://www.almg.gov.br/njmg/dirinjmg.asp> > Acesso em 29 de novembro de 2004.

\_\_\_\_\_. Decreto N° 39.424, de 5 de fevereiro de 1998. Altera e consolida o Decreto n° 21.228, de 10 de março de 1981, que regulamenta a Lei n° 7.772, de 8 de setembro de 1980, que dispõe sobre a proteção, conservação e melhoria do meio ambiente no Estado de Minas Gerais. Disponível em < <http://www.almg.gov.br/njmg/dirinjmg.asp> > Acesso em 29 de novembro de 2004

\_\_\_\_\_. Conselho Estadual de Política Ambiental. Deliberação Normativa N° 07, de 29 de setembro de 1981. Fixa normas para a disposição de resíduos sólidos. Diário Oficial

de Minas Gerais, Belo Horizonte, 14 de outubro de 1981. Disponível em < <http://www.feam.br/principal/home.asp> > Acesso em 16 de julho de 2004.

\_\_\_\_\_. Constituição (1989). *Constituição do Estado de Minas Gerais*. Diário Oficial de Minas Gerais, Belo Horizonte, 22 de setembro de 1989. Disponível em < <http://www.almg.gov.br/njmg/dirinjmg.asp> > Acesso em 29 de novembro de 2004.

\_\_\_\_\_. Conselho Estadual de Política Ambiental. Deliberação Normativa N° 01, de 22 de março de 1990. Estabelece os critérios e valores para indenização dos custos de análise de pedidos de licenciamento ambiental, e dá outras providências. Diário Oficial de Minas Gerais, Belo Horizonte, 4 de abril de 1990. Disponível em < <http://www.feam.br/principal/home.asp> > Acesso em 22 de outubro de 2004.

\_\_\_\_\_. Conselho Estadual de Política Ambiental. Deliberação Normativa N° 17, de 17 de dezembro de 1996. Dispõe sobre prazo de validade de licenças ambientais, sua revalidação e dá outras providências. Diário Oficial de Minas Gerais, Belo Horizonte, 8 de fevereiro de 1997. Disponível em < <http://www.feam.br/principal/home.asp> > Acesso em 8 de fevereiro de 2005.

\_\_\_\_\_. Conselho Estadual de Política Ambiental. Deliberação Normativa N° 26, de 26 de julho de 1998. Dispõe sobre o co-processamento de resíduos em fornos de clínquer. Diário Oficial de Minas Gerais, Belo Horizonte, 6 de outubro de 1998. Disponível em < <http://www.feam.br/principal/home.asp> > Acesso em 16 de julho de 2004.

\_\_\_\_\_. Decreto N° 43.905 de 26 de outubro de 2004. Altera o decreto N° 39.424, de 5 de fevereiro de 1998, que regulamenta a Lei N° 7.772, de 8 de setembro de 1980, que dispõe sobre a proteção, conservação e melhoria do meio ambiente. Disponível em < <http://www.almg.gov.br/njmg/dirinjmg.asp> > Acesso em 20 de janeiro de 2005.

\_\_\_\_\_. Conselho Estadual de Política Ambiental. Deliberação Normativa N° 04, de 02 de outubro de 2004. Estabelece critérios para classificação, segundo o porte e potencial poluidor, de empreendimentos e atividades modificadoras do meio ambiente passíveis de autorização ou de licenciamento ambiental no nível estadual, determina normas para indenização dos custos de análise de pedidos de autorização e de licenciamento ambiental, e dá outras providências. Diário Oficial de Minas Gerais, Belo Horizonte, 6 de outubro de 1998.

Disponível em < <http://www.feam.br/principal/home.asp> > Acesso em 08 de fevereiro de 2005.

MOLINA, M.V. *Nitrogênio e metais pesados em latossolo e eucalipto cinquenta e cinco meses após a aplicação de biossólido*. 2004. Dissertação (Mestrado)- Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, São Paulo.

MONDELLI, G. *Investigação geoambiental em áreas de disposição de resíduos sólidos urbanos utilizando a tecnologia do piezocone*. Orientador Heraldo Luiz Giacheti. São Paulo, 2004. Dissertação (mestrado). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

MOTA, S. *Introdução à engenharia ambiental*. 1 ed. Rio de Janeiro: ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1997.

NEMEROW N. L., DASGUPTA A. – *Industrial and Hazardous Waste Treatment* – New York: Van Nostrand Reinhold, 1991.

O ESTADO DE SÃO PAULO. *Conjunto residencial é construído em solo contaminado*. São Paulo, 2001. Disponível em < <http://www.estadao.com.br>> acesso em 26 de novembro de 2004.

O'RIORDAM. *Environmental Science on the move*. In.: O'Riordam. T., ed. *Environmental Science Environmental Management*. Grã Bretanha: Prentice Hall, 2000, 2º ed.

PEREIRA NETO, J.T.; MESQUITA, M.M.F. *Compostagem de resíduos sólidos urbanos: aspectos teóricos, operacionais e epidemiológicos*. Lisboa, 1992. 25p. (Informação Técnica-Hidráulica Sanitária, 37) IN: JAHNEL, Marcelo Cabral, MELLONI, Rogerio e CARDOSO, Elke J. B. N. *MATURIDADE DE COMPOSTO DE LIXO URBANO*. *Sci. agric.*, 1999, vol.56, no.2, p.301-304. ISSN 0103-9016.

POLI, E.; *A gestão ambiental, novo desafio para a psicologia do desenvolvimento sustentável* Estudos de Psicologia 2003, 8(2), 235-243

ROCCA, A.C.C.; IACOVONE, A.M.M.B. et.al.. *Resíduos Sólidos Industriais*. São Paulo: CETESB. 2ed. Ampl. 1993.

RUSSO, M. A. T. – *Tratamento de resíduos sólidos*. Faculdade de Ciências Exatas. Universidade de Coimbra, 2003.

SANCHES L. E. – *Desengenharia – O Passivo Ambiental na Desativação de Empreendimentos Industriais* – São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.

SANTOS, A. D. – *Estudo das possibilidades de reciclagem dos resíduos de tratamento de esgoto da região metropolitana de São Paulo*. São Paulo: 2003. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

SHEN, T.T.; *Industrial pollution prevention*. 1st ed. Springer, Berlin. 1995.

SILVA H.V.O, HENNEY A.C.R. Programa de gestão de resíduos industriais: do planejamento à auditoria ambiental. Rio de Janeiro, RJ. In: *Anais do 20º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*; 1999. ABES/AIDIS. 1999. CD-ROM.

SIMÃO, R. C. S.. *Distribuição de renda e Pobreza no Estado de Minas Gerais*. Piracicaba, 2004. Dissertação(Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

SISINNO, C. L. S. Disposição em aterros controlados de resíduos sólidos industriais não-inertes: avaliação dos componentes tóxicos e implicações para o ambiente e para a saúde humana. *Cad. Saúde Pública*, mar./abr. 2003, vol.19, no.2, p.369-374. ISSN 0102-311X.

SISINNO, C. L. S. e MOREIRA, J. C. Avaliação da contaminação e poluição ambiental na área de influência do aterro controlado do Morro do Céu, Niterói, Brasil. *Cad. Saúde Pública*, out./dez. 1996, vol.12, no.4, p.515-523. ISSN 0102-311X.

SOUZA, M. P. *Instrumentos de Gestão Ambiental: Fundamentos e Prática*. São Carlos: Riani Costa, 2000.

SPERLING, M. V. *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. 2. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 1996.

TICNER, J. A.; RAFFENSPERGER, C. – *The precautionary principle: a framework for sustainable business decision-making*. *Sumer*, [s.1], V.5, n.4, p. 75-82, 1998. In: MEIRA

C.C. *Uma avaliação do instrumento do licenciamento ambiental sob a perspectiva da prevenção da poluição: Estudo de caso de centro de tratamento e disposição de resíduos sólidos industriais*. Orientadora: Viviana Maria Zanta. Salvador: 2003. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador.

YIN, Robert K. *Estudo de Caso: Planejamento e métodos*. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2001. 205 p. Traduzido por Daniel Grassi.

ZUQUETTE L.V. *Importância do mapeamento geotécnico no uso e ocupação do meio físico: fundamentos e guia para exploração*. São Carlos(SP); 1993. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade Federal de São Paulo, São Carlos.

## ANEXOS

### Anexo A: Questionário Geral aplicado nos empreendimentos

#### QUESTIONÁRIO

- *Empreendimento* – dados relacionados ao próprio empreendimento.
- *Matéria-Prima/Insumos* – matérias-primas principais e essenciais na composição de cada produto fabricado pela indústria.
- *Produção* – produtos fabricados pela indústria.
- *Resíduos* – resíduos sólidos gerados e destinação. Sua descrição, onde são armazenados e seu destino na própria indústria e/ou fora dela. (t/mês)

#### 1. Dados do Empreendimento:

##### 1.1. Razão Social

- 1.1.1. Endereço
- 1.1.2. Tipo de Atividade (DN n° 01/90)
- 1.1.3. CNAE
- 1.1.4. Área útil
- 1.1.5. Número de empregados
- 1.1.6. Coordenadas geográficas:

#### 2. Dados de Produção: (t/mês)

##### 2.1. Relação de matéria-prima:

- 2.1.1. Na capacidade instalada
- 2.1.2. Na produção atual

##### 2.2. Relação de Insumos

- 2.2.1. Na capacidade instalada
- 2.2.2. Na produção atual

##### 2.3. Relação de produtos fabricados

### 3. Dados da geração dos resíduos: (t/mês)

#### 3.1. Classe do resíduo

##### 3.1.1. Perigosos

- 3.1.1.1. Na produção
- 3.1.1.2. Nas unidades auxiliares
- 3.1.1.3. Nas unidades de tratamento

##### 3.1.2. Não-inertes

- 3.1.2.1. Na produção
  - Tubo de polipropileno
- 3.1.2.2. Nas unidades auxiliares
- 3.1.2.3. Nas unidades de tratamento

##### 3.1.3. Inertes

- 3.1.3.1. Na produção
- 3.1.3.2. Nas unidades auxiliares
- 3.1.3.3. Nas unidades de tratamento

### 4. Destino dos Resíduos:

#### 4.1. Resíduos perigosos

##### 4.1.1. Reutilização

- 4.1.1.1. Como matéria-prima do processo produtivo
- 4.1.1.2. Como insumo

##### 4.1.2. Reciclagem

- 4.1.2.1. Na área da bacia
- 4.1.2.2. No Estado
- 4.1.2.3. Fora do estado

##### 4.1.3. Destinação final

- 4.1.3.1. Aterro industrial
  - 4.1.3.1.1. Próprio
  - 4.1.3.1.2. de terceiro

- 4.1.3.2. Incineração
- 4.1.3.3. Land-application
- 4.1.3.4. Vazadouro municipal
  - 4.1.3.4.1. Licenciado
  - 4.1.3.4.2. Não-licenciado
- 4.1.3.5. Co-processamento

#### 4.1.4. Armazenamento provisório sem destinação definida

### 4.2. Resíduos não-inertes

- 4.2.1. Reutilização
  - 4.2.1.1. Como matéria-prima do processo produtivo
  - 4.2.1.2. Como insumo
- 4.2.2. Reciclagem
  - 4.2.2.1. Na área da bacia
  - 4.2.2.2. No Estado
  - 4.2.2.3. Fora do estado
- 4.2.3. Destinação final
  - 4.2.3.1. Aterro industrial
    - 4.2.3.1.1. Próprio
    - 4.2.3.1.2. de terceiro
  - 4.2.3.2. Incineração
  - 4.2.3.3. Land-application
  - 4.2.3.4. Vazadouro municipal
    - 4.2.3.4.1. Licenciado
    - 4.2.3.4.2. Não-licenciado
  - 4.2.3.5. Co-processamento
- 4.2.4. Armazenamento provisório sem destinação definida

### 4.3. Resíduos inertes

- 4.3.1. Reutilização
  - 4.3.1.1. Como matéria-prima do processo produtivo
  - 4.3.1.2. Como insumo

- 4.3.2. Reciclagem
  - 4.3.2.1. Na área da bacia
  - 4.3.2.2. No Estado
  - 4.3.2.3. Fora do estado
- 4.3.3. Destinação final
  - 4.3.3.1. Aterro industrial
    - 4.3.3.1.1. Próprio
    - 4.3.3.1.2. de terceiro
  - 4.3.3.2. Incineração
  - 4.3.3.3. Land-application
  - 4.3.3.4. Vazadouro municipal
    - 4.3.3.4.1. Licenciado
    - 4.3.3.4.2. Não-licenciado
  - 4.3.3.5. Co-processamento
- 4.3.4. Armazenamento provisório sem destinação definida

- 5. Gestão de Resíduos Sólidos
  - 5.1. Existe programa de gestão
  - 5.2. A empresa possui certificação ambiental

## Anexo B – Modelo de Programa de Automonitorização Ambiental Da Fundação estadual do Meio Ambiente - FEAM

### 1. Efluentes líquidos industriais e sanitários

| Local de amostragem | Parâmetro   | Frequência |
|---------------------|---|------------|
| Entrada das ETE     | pH, temperatura, vazão média diária               |            |
|                     | Sólidos em suspensão, sólidos sedimentáveis, DQO  |            |
|                     | DBO, Óleo e Graxas e detergentes, cor             |            |
| Saída da ETE        | pH, temperatura, vazão média diária               |            |
|                     | Sólidos em suspensão, sólidos sedimentáveis, DQO. |            |
|                     | DBO, óleos e graxas e detergentes, cor            |            |

- Relatórios : Enviar mensalmente a FEAM, até o dia 10 do mês subsequente, os resultados das análises efetuadas, e informar a produção industrial e número de empregados, no período. O relatório deverá conter a identificação, registro profissional e a assinatura do responsável técnico pelas análises.
- Método de análise: Normas aprovadas pelo INMETRO, ou na ausência delas, no Standard Methods for Examination of Water and Wastewater APHA – AWWA, última edição.

### 2 - Efluentes atmosféricos

| Local de amostragem | Parâmetro | Frequência(*) |
|---------------------|-----------|---------------|
|---------------------|-----------|---------------|

|  |  |  |
|--|--|--|
| Chaminé das caldeiras à óleo e dos aquecedores de fluído térmico | Material Particulado e SO <sub>2</sub> |  |
|--|--|--|

- Relatórios de amostragem: Enviar anualmente à FEAM até 45 dias após a data de realização da amostragem, os resultados das análises efetuadas, acompanhados pelas respectivas planilhas de campo e de laboratório, bem como dos certificados de calibração do equipamento de amostragem. O relatório deverá conter a identificação, registro profissional e a assinatura do responsável técnico pelas amostragens. No caso das caldeiras, deverão ser informados os dados operacionais e o teor de enxofre no óleo.
- Para os parâmetros previstos na DN COPAM n.º 011/86, os resultados apresentados nos laudos analíticos deverão ser expressos nas mesmas unidades dos padrões de emissão.
- Método de amostragem: normas ABNT, CETESB ou *Environmental Protection Agency-EPA*.

### 3- Resíduos Sólidos

Deverão ser enviadas semestralmente à FEAM planilhas mensais de controle da geração e disposição dos resíduos sólidos gerados, contendo, no mínimo, os dados do modelo abaixo, bem como a identificação, registro profissional e a assinatura do responsável técnico pelas informações:

| Resíduo     |        | Taxa de geração no período | Transportador (nome, endereço, telefone) | Empresa receptora (nome, endereço, telefone) | Forma de disposição final (*) |
|-------------|--------|----------------------------|--|--|-------------------------------|
| Denominação | Origem |                            |  |  |                               |
|             |        |                            |  |  |                               |

(\*) 1- Reutilização

2 - Reciclagem

3 - Aterro sanitário

4 - Aterro industrial

5 - Incineração

6 - Co-processamento

7 - Aplicação no solo

8 - Estocagem temporária (informar quantidade estocada)

9 - Outras (especificar)

- Em caso de alterações na forma de disposição final de resíduos, a empresa deverá comunicar previamente a FEAM, para verificação da necessidade de licenciamento específico.
- As notas fiscais de vendas e/ou movimentação de resíduos deverão ser mantidas disponíveis pelo empreendedor, para fins de fiscalização.
- As doações de resíduos deverão ser devidamente identificadas e documentadas.
- A empresa recicladora dos materiais recicláveis deverão possuir a devida Licença Ambiental.

**IMPORTANTE:** OS PARÂMETROS E FREQUÊNCIAS ESPECIFICADAS PARA O PROGRAMA DE AUTOMONITORIZAÇÃO PODERÃO SOFRER ALTERAÇÕES A CRITÉRIO DA ÁREA TÉCNICA DA FEAM, FACE AO DESEMPENHO APRESENTADO PELOS SISTEMAS DE TRATAMENTO.

**4 – Ruídos**

| <i>PARÂMETRO</i>          | <i>FREQUENCIA</i> |
|---------------------------|-------------------|
| Medição da pressão sonora |                   |

- Relatórios de amostragem: Enviar anualmente à FEAM, até 45 dias após a data de realização da amostragem, os resultados das análises efetuadas. O relatório deverá conter a identificação, registro profissional e a assinatura do responsável técnico pelas amostragens. No caso das caldeiras, deverão ser informados os dados operacionais e o teor de enxofre no óleo.
- As amostragens deverão verificar o atendimento aos limites estabelecidos na Lei Estadual Nº 10.100 de 17 de janeiro de 1990.