



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ  
(UFPI)  
Núcleo de Referência em Ciências Ambientais do Trópico Ecotonal do Nordeste  
(TROPEN)  
Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente  
(PRODEMA)  
Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente**

# **RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAIS DA CIDADE DE TERESINA**

**ANNA KELLY MOREIRA DA SILVA**

**Teresina-Piauí**

**2008**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ**  
**Núcleo de Referência em Ciências Ambientais do Trópico Ecotonal do Nordeste**  
**Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente**  
**Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente**

**ANNA KELLY MOREIRA DA SILVA**

**RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAIS DA CIDADE DE TERESINA**

Dissertação apresentada ao Programa Regional de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Piauí (PRODEMA/UFPI/TROPEN), como requisito para obtenção do título de mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Área de concentração: Desenvolvimento do Trópico Ecotonal do Nordeste.

Orientador: Prof. Dr. José Machado Moita Neto

**Teresina-Piauí**

**2008**

S586r Silva, Anna Kelly Moreira da

Resíduos Sólidos Industriais da cidade de Teresina. /  
Anna Kelly Moreira da Silva. Teresina: 2008.  
140. fls.

Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio  
Ambiente) Universidade Federal do Piauí.

1. Resíduos Industriais. 2. Resíduos Sólidos. I. Título

C.D.D- 628.54

**ANNA KELLY MOREIRA DA SILVA**

**RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAIS DA CIDADE DE TERESINA**

**BANCA JULGADORA:**

---

Prof. Dr. José Machado Moita Neto  
(PRODEMA/UFPI) Orientador

---

Prof. Dr. André Bezerra dos Santos  
(UFC)

---

Prof. Dr. José Luis Lopes Araújo  
(PRODEMA/UFPI)



## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pelas oportunidades de conquistas em todos os momentos da minha vida;

A minha mãe, pelo apoio que me deu em todos os momentos da minha vida;

Aos meus amigos e algumas pessoas especiais, pela amizade, ajuda e incentivo durante o curso;

Aos meus colegas da turma de Mestrado, que direta ou indireta ajudaram na realização deste trabalho;

Ao apoio financeiro do Serviço Alemão de Intercâmbio Acadêmico (DAAD), fundamental para a realização da dissertação;

Ao professor Moita, pela sua disponibilidade, clareza nas respostas, e pela autonomia dada no desenvolvimento deste trabalho;

Aos proprietários das empresas onde se realizaram a pesquisa, por permitirem a visita;

Aos funcionários das empresas, por colaborarem com o fornecimento dos dados, que foram de fundamental importância para a realização desta pesquisa;

E a todas as pessoas que não foram citadas aqui, por terem me ajudado e colaborado na execução deste trabalho.

## RESUMO

Resíduos sólidos é um dos temas centrais para aqueles que se preocupam com o meio ambiente. A atividade industrial, ao transformar cada vez mais a matéria-prima em produtos acabados, é uma das fontes mais representativas do impacto ambiental causado por resíduos sólidos. Com relação ao panorama da situação dos resíduos sólidos industriais no país, observa-se grande carência de informações sobre os aspectos quantitativos e qualitativos dos resíduos gerados, dificultando a elaboração de Programas Estaduais e do Plano Nacional para Gerenciamento de Resíduos Sólidos Industriais. Este trabalho teve como objetivo avaliar a situação dos Resíduos Sólidos Industriais da Cidade de Teresina, a fim de subsidiar uma política de gestão voltada para minimização da geração, reutilização, reciclagem, tratamento e adequada destinação final desses resíduos. O presente estudo traz um panorama qualitativo e quantitativo dos resíduos sólidos industriais. As indústrias foram selecionadas por ramo de atividade industrial utilizando como base a Resolução CONAMA nº 313/02, que estabelece as tipologias industriais que deverão apresentar informações sobre seus resíduos sólidos. Foi realizado um levantamento prévio e identificou-se um total de 246 indústrias em Teresina, referentes aos ramos determinados pela resolução. O trabalho abrangeu 72 indústrias, compreendendo todos os ramos de atividade, incluindo indústrias de grande, médio e pequeno porte, permitindo assim traçar um perfil dos resíduos sólidos industriais de Teresina. Estas indústrias foram visitadas e os dados foram colhidos através de formulários específicos elaborados com base na resolução do CONAMA sobre resíduos sólidos. As indústrias inventariadas são responsáveis pela geração de aproximadamente 33.883 toneladas de resíduos por ano, sendo que 32.327 t/ano de resíduos são reutilizadas/reaproveitados, e 1.556 t/ano são descartados como “lixo” encaminhados ao aterro municipal. Dos resíduos inventariados, observou-se que houve uma maior geração nos resíduos de classe II A. As indústrias de grande porte, em geral, conseguem tratar de modo adequado seus resíduos. O mesmo não acontece com as indústrias de pequeno porte, pois não há vantagens econômicas e a pressão do poder público é pequena ou inexistente. Assim, políticas públicas devem ser dirigidas às indústrias de pequeno porte, para tornar atrativo o aproveitamento dos resíduos sólidos industriais.

**Palavras-chave:** Inventário, Resíduos Sólidos, Resíduos Industriais.

## ABSTRACT

Solid waste is one of the central issues for those who care about the environment. The industrial activity, increasing the conversion of raw materials into finished products, is one of the most representative sources of the environmental impact caused by solid waste. Regarding the picture of the situation of industrial solid waste in the country, there is great lack of information on the quantitative and qualitative aspects of the waste produced, obstructing the development of State programs and the National Plan for Industrial Solid Waste Management. This study aims to assess the situation of the Solid Waste Industrial of Teresina, in order to subsidize a management policy focused on minimizing the generation, reuse, recycling, treatment and proper final destination of such waste. This study provides a qualitative and quantitative overview of the solid waste industry. The industries were selected by sections of industrial activity based on the resolution CONAMA N° 313/02 establishing the industrial types who must submit information on their solid waste. A prior survey was conducted that identified a total of 246 industries in Teresina, referring to the branches determined by the resolution. The study covered 72 industries, including all branches of activity, including large, medium and small industries, drawing a profile of industrial solid waste from Teresina. These industries have been visited and the data were collected through special forms based on the resolution of CONAMA on solid waste. The industries surveyed are responsible for the generation of approximately 33,883 tons of waste per year, of which 32,327 tons / year of waste is reused / reprocessed and 1,556 t / year are discarded as "garbage" at the municipal landfill. It was observed on the waste inventory that there was a greater production of class II A waste type. Large industries, in general, can adequately deal with their waste. This is not the case of small industries, since there are no economic advantages and the pressure of public power is small or nonexistent. Thus, public policies must be directed to small industries, to become attractive the reprocessing of industrial solid waste.

**Keywords:** Inventory, Solid waste, Industrial wastes.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>08</b>
<b>1.1 Considerações Iniciais .....</b>	<b>08</b>
<b>1.2 Impactos do Crescimento Econômico.....</b>	<b>11</b>
<b>1.3 Resíduos Sólidos e Meio Ambiente .....</b>	<b>15</b>
<b>1.4 Gestão e Gerenciamento dos resíduos sólidos Industriais .....</b>	<b>21</b>
1.4.1 Desenvolvimento Histórico .....	21
1.4.2 Sistema de Gestão Ambiental.....	23
1.4.3 Gestão de Resíduos.....	28
1.4.4 Agenda 21 .....	30
1.4.5 Compromisso das Indústrias.....	32
<b>1.5 Geoprocessamento para controle de campo.....</b>	<b>35</b>
<b>1.6 Indústrias no Piauí .....</b>	<b>37</b>
<b>2. METODOLOGIA.....</b>	<b>41</b>
<b>2.1 Área de Estudo.....</b>	<b>41</b>
<b>2.2 Amostragem .....</b>	<b>42</b>
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>45</b>
<b>3.1 Localização das Indústrias.....</b>	<b>46</b>
<b>3.2 Caracterização dos Resíduos por Ramos Industriais.....</b>	<b>47</b>
<b>3.3 Discussão Geral das Indústrias Inventariadas.....</b>	<b>106</b>
<b>3.4 Avaliação do Sistema de Gestão Ambiental.....</b>	<b>114</b>
<b>3.5 Visualização e Espacialização das Indústrias .....</b>	<b>118</b>
<b>4. CONCLUSÃO.....</b>	<b>121</b>
<b>5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>123</b>
<b>6. APÊNDICE .....</b>	<b>130</b>
<b>6.1 Apêndice 1 - Questionário – Inventário.....</b>	<b>131</b>
<b>6.2 Apêndice 2 - Questionário – Sistema de Gestão Ambiental.....</b>	<b>134</b>
<b>7. ANEXO.....</b>	<b>137</b>

## **1. INTRODUÇÃO**

### **1.1 Considerações Iniciais**

Os problemas resultantes da agressão ao Meio Ambiente vêm se agravando nos últimos anos. A questão ambiental vem sendo cada vez mais considerada de fundamental importância com relação ao bem-estar das atuais e futuras gerações, e está inserida nos compromissos dos partidos políticos, nos programas de governo, nos interesses das organizações populares e no planejamento empresarial.

A luta por um meio ambiente saudável exige maior atenção por parte dos países, os quais são responsáveis por concentração de indústrias, onde novas regras ambientais estão sendo estabelecidas no mercado internacional, forçando uma mudança no comportamento de produtores e consumidores.

Aos poucos, percebeu-se um crescente interesse interdisciplinar, na busca de um melhor entendimento dos problemas e na elaboração integrada de novos projetos ambientais para a melhoria da qualidade ambiental.

O Meio Ambiente é constantemente agredido pela disposição inadequada de resíduos sólidos (lixo), numa conduta que se repete sem que medidas eficazes sejam tomadas para impedir este comportamento (FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE, 2004). A melhoria da qualidade ambiental requer substancial redução da quantidade de resíduos gerados.

Até recentemente, a população não havia percebido o volume de resíduos que produzia, nem os problemas que eles causavam, pois a produção de resíduos é um fenômeno inevitável que ocorre diariamente, e a sua disposição inadequada é prejudicial, trazendo

malefícios à saúde, ao bem-estar público e ao meio ambiente. O aumento da produção desses resíduos se deve ao crescimento populacional, aos processos desordenados de urbanização e à industrialização acelerada. O gerenciamento correto destes poderá trazer proteção à saúde pública, ao meio ambiente e economia dos recursos naturais.

No Brasil, a grande maioria dos resíduos sólidos produzidos são dispostos em lixões, aterros ou amontanhados a céu aberto. Isto tem como consequência a poluição do solo, do ar, da água, do lençol freático, além de favorecer a proliferação de micro e macrovetores que transmitem doenças (FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE, 2004).

Além dos resíduos sólidos urbanos de origem doméstica, são descarregados também os resíduos sólidos hospitalares e industriais, o que agrava mais ainda a situação e causa impacto ambiental considerável.

A atividade industrial, ao transformar cada vez mais a matéria-prima em produtos acabados, é uma das fontes mais representativas como causadora de impacto ambiental, devido a geração de quantidades cada vez mais significativas de resíduos e carga poluidoras. Entretanto, este cenário vem mudando, impulsionado pela pressão da globalização do mercado cada vez mais competitivo e exigente na questão da preservação ambiental.

Com relação ao panorama da situação dos resíduos sólidos industriais (RSI) no Brasil, observa-se grande carência de informações sobre os aspectos quantitativos e qualitativos dos resíduos gerados, o tipo de armazenamento utilizado, coleta e transporte, as formas de reutilização e reciclagem, e os tipos de tratamento e destinação final (FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE, 2004).

O crescimento das atividades industriais traz, sem dúvida, benefícios econômicos para o país, estados e municípios. No entanto, estas atividades, geram resíduos que necessitam ser gerenciados adequadamente, a fim de garantir a preservação do meio ambiente e a promoção da saúde pública. A melhor alternativa para a atenuação dos problemas advindos dos RSI é a implantação de uma política e/ou programa de gestão voltada para minimização da geração, reutilização, reciclagem, tratamento e adequada destinação final (FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE, 2004).

Os RSI, quando não são tratados adequadamente, além de constituírem uma permanente ameaça à saúde pública e ao meio ambiente, limitam ainda as potencialidades econômicas locais, podendo concorrer para a perda de atratividade nos investimentos privados.

Portanto, os projetos de gerenciamento de resíduos são adotados com o objetivo de minimizar seus efeitos negativos no que tange não só ao ambiental e social, como também, ao econômico.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a situação dos Resíduos Sólidos Industriais da Cidade de Teresina, e conhecer as técnicas de gestão e gerenciamento que estão sendo aplicadas.

A identificação da situação permitiu o aprofundamento sobre a gestão e gerenciamento de duas indústrias, de modo a avaliar o impacto ambiental positivo associado às boas práticas de gestão, utilizadas em Teresina.

A ausência de informação precisa sobre a quantidade, os tipos e os destinos dos resíduos sólidos gerados no parque industrial de Teresina, justificam a proposta deste trabalho principalmente porque esses resíduos podem apresentar características prejudiciais à saúde humana e ao meio ambiente. Além disso, há uma necessidade da elaboração de Programas Estaduais e do Plano Nacional para Gerenciamento de Resíduos Sólidos Industriais, de modo que o Inventário de RSI de Teresina pode subsidiar uma política de gestão voltada para minimização da geração, reutilização, reciclagem, tratamento e adequada destinação final dos resíduos.

O presente estudo traz um panorama da questão ambiental relacionada aos resíduos sólidos industriais e possibilita de maneira institucional e organizada, articular estratégias de captação de recursos financeiros, materiais e humanos, para combater de forma sistemática e continuada os graves problemas ambientais, sociais, econômicos e de saúde pública provocados pelos resíduos sólidos industriais.

## **1.2 Impactos do Crescimento Econômico**

O tempo de existência da espécie humana sobre a face da Terra é ínfimo em relação à idade do planeta. Porém, a espécie humana constitui um fator de impacto ambiental de grandes dimensões. Em seu desejo de dominar a natureza e satisfazer suas necessidades, o homem perdeu o controle sobre seu próprio poder de alterar o equilíbrio dos ecossistemas, passando a explorar os recursos naturais de forma destrutiva, para tirar o seu consumo, ao invés de se beneficiar, visando, antes de tudo, a minimização dos impactos negativos no processo interativo com o meio ambiente (MOREIRA, 2001).

Ao longo da história, a economia esteve sempre inserida no contexto da sobrevivência do homem, sob os mais diversos aspectos de seu cotidiano, essencialmente direcionada para transformação de recursos naturais em bens de valor. Inicialmente essa forma de exploração dava-se devido à compreensão das sociedades em relação aos recursos naturais como fontes inesgotáveis.

Até o final do século XVIII, as consequências provenientes da má utilização da natureza eram entendidas como um “mal necessário”, pois o crescimento econômico dependia da exploração e preservá-la era negar esse crescimento.

Somente no final do século XIX, quando os males provocados pela deterioração da natureza ocasionada pelo crescimento econômico desordenado, passaram a afetar a população dos países mais desenvolvidos, estes começaram a se mobilizar contra as agressões na natureza (SISINNO; OLIVEIRA, 2000).

A história da economia se iniciou na agricultura, assegurando a sobrevivência humana. Com o desencadeamento da agricultura, favoreceu o desenvolvimento do comércio, que teve início com a produção e exportação de mercadorias, originando as feiras que contribuíram para a formação de cidades comerciais.

Com o crescimento do comércio, ocorreu a transformação da indústria artesanal na indústria capitalista. Observou-se o crescimento da procura de bens materiais, conseqüentemente da exploração dos recursos naturais, que através do processo de transformação em matéria-prima e bens de consumo, abasteciam o comércio. A partir da Revolução Industrial ocorreu um aceleração do processo de industrialização, transformando cada vez mais a matéria-prima em produtos acabados e gerando quantidades cada vez mais significativas de resíduos e cargas poluidoras.

Com a Revolução Industrial, houve um grande fluxo de população rural para as cidades, aumentando o contingente populacional urbano sem infra-estrutura urbana adequada



e necessária, ocorrendo inúmeras epidemias. A partir desta época, há um crescimento progressivo nos centros urbanos e uma produção cada vez maior de rejeitos, o que provocou níveis de poluição insuportáveis.

Segundo Sisinno e Oliveira (2000), com o advento da industrialização, as sociedades passaram a enfrentar graves riscos sócio-ambientais provocadas também, pelo acelerado processo de urbanização e pelo crescimento demográfico nos pólos industriais.

Esse panorama explica o agravamento dos problemas ambientais decorrentes das atividades humanas. Em virtude da produção em grande escala, o homem começou a produzir freneticamente e, como consequência, a poluir na mesma intensidade (MOREIRA, 2001).

No Brasil na década de 1950, o modelo econômico dos governantes embasava-se no desenvolvimento a qualquer custo, com a implantação de indústrias, principalmente no setor da química e derivados, o que teve continuidade no governo militar, na década de 1960. A industrialização do País foi extremamente rápida em virtude dos vários atrativos oferecidos pelos governantes às indústrias estrangeiras (SISINNO; OLIVEIRA, 2000).

Segundo Fonseca (2001), desde a década de 1950, a população vem se concentrando nas áreas urbanas (cidades), devido aos mais variados fatores, tais como migração interna, mecanização da agricultura, processo de industrialização, busca de melhores oportunidades de emprego e qualidade de vida.

As cidades acumulam riquezas, sendo os principais centros de educação, assim como de geração de novos empregos, idéias, culturas e oportunidades econômicas. Entretanto, são também imensas consumidoras de recursos naturais.

As grandes aglomerações urbanas consomem grande quantidade de água, de energia, de alimentos e de matérias-primas, o que causa um aumento da quantidades de lixo que precisa ser disposto de maneira segura e sustentável (FONSECA, 2001).

Para Sisinno e Oliveira (2000), com o crescimento industrial institucionalizado, toneladas e mais toneladas de resíduos eram geradas e descartadas sem nenhum controle. Inicialmente áreas vizinhas às próprias fábricas serviam de depósitos e aterros. Quando esgotadas, os resíduos eram transportados para outras regiões aleatoriamente.

A falta de estrutura econômica da época, o emprego de tecnologia ainda em fase de implantação, acidentes e, ainda, a desinformação dos próprios técnicos a respeito das toxidades dos produtos manipulados, causam um aumento nos danos ambientais, tanto pela diversificação dos compostos químicos presentes nos resíduos, como pela disseminação dos depósitos clandestinos.

Contudo, muitos órgãos ambientais estaduais não dispõem de um mapeamento confiável dos depósitos e aterros clandestinos de lixo urbano e industrial locais, um quadro extremamente preocupante, pois as áreas urbanas destinadas a receber toneladas de resíduos sem terem uma infra-estrutura capaz de evitar os problemas oriundos desta atividade, terão o uso futuro comprometido.

Conforme Fonseca (2001), o acelerado processo de urbanização, aliado ao consumo crescente de produtos menos duráveis, e/ou descartáveis, provocou sensível aumento de volume e diversificação de lixo gerado em sua concentração espacial.

Barros (1995) relata que, na atualidade, o volume de lixo com que a humanidade convive é resultado dos padrões culturais impostos pela sociedade industrial. A produção de bens e serviços, e a forte indução para a elevação no padrão de consumo, intensificam a geração de resíduos, ao mesmo tempo em que as mudanças no estilo de vida são orientadas pela criação de novas necessidades, que por sua vez estimulam ainda mais o consumo.

Assim, cada vez mais são produzidas maiores quantidades de resíduos, assim como a complexidade de sua composição, com o conseqüente aumento dos impactos da sua destinação final.

O equacionamento desses problemas, bem como o melhor aproveitamento das áreas destinadas à disposição e ao tratamento do lixo, a busca de novas tecnologias para a minimização, a reutilização e o reaproveitamento dos resíduos tornaram-se, diante da nova realidade urbana-industrial, em nível global, um fator vital para o desenvolvimento sustentável em qualquer aglomerado humano.

A Constituição Federal de 1988 e a Lei de Crimes Ambientais, Lei 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, dispõem de capítulos sobre o gerenciamento de resíduos industriais. O Artigo vinte e três da Constituição Federal, por exemplo, relata a competência dos municípios no tocante ao combate a poluição em suas diversas formas. O inciso três do capítulo 225 menciona que condutas lesivas ao meio ambiente estarão sujeitas às sanções penais.

Quanto a Lei de Crimes Ambientais, o artigo cinquenta e quatro, diz que:

Causar poluição de qualquer natureza em níveis de tais que resultem ou possam resultar em danos à saúde humana, ou que provoquem a mortandade de animais ou a destruição significativa da flora ocorre Pena - reclusão de um a quatro anos e multa, (BRASIL, 1998).

Ainda no artigo cinquenta e quatro, no inciso cinco do segundo parágrafo, diz que:

Ocorrer por lançamento de resíduos sólidos, líquidos ou gasosos, ou detritos de óleos ou substâncias oleosas, em desacordo com as exigências estabelecidas em leis ou regulamento, Pena - reclusão de um a cinco anos, (BRASIL, 1998).

Além da Constituição Federal Brasileira e a Lei de Crimes Ambientais, o País está regulamentado com Leis Estaduais, decretos e normas técnicas no tema.

Paralelamente as leis observam a resolução CONAMA número nº. 313, de 29 de outubro de 2002, onde declara que considera necessário a elaboração de Programas Estaduais e de Plano Nacional para Gerenciamento de Resíduos Sólidos Industriais, estabelecendo em seu Artigo 4º as tipologias de indústrias que devem apresentar informações sobre seus resíduos sólidos, pois são os ramos que mais poderão impactar negativamente o meio ambiente, tais como, indústrias metalúrgicas, confecções, gráficas, móveis, dentre outras.

A classificação dos resíduos no Brasil obedece à norma NBR 10.004 denominada “Resíduos Sólidos”, publicada em 1987 e revisada em 2004, em que sistematiza os resíduos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, e inclui além dos resíduos sólidos, os semi-sólidos, lodo, borra e determinados líquidos.

A segregação dos resíduos na origem, ou seja, na fonte geradora, constitui aspecto extremamente importante, junto com o desenvolvimento dos procedimentos corretos no processo de classificação, elevando a potencialidade de reaproveitamento e reciclagem de um determinado resíduo.

A questão da coleta, tratamento e destino final adequado do lixo, desta forma, é um importante aspecto relacionado à saúde pública e que merece a devida importância não só das autoridades competentes, como do meio científico acadêmico e da população em geral.

Desse modo, o encargo de gerenciar o lixo tornou-se uma tarefa que demanda ações diferenciadas e articuladas, as quais devem ser incluídas entre as prioridades de todas as municipalidades (FONSECA, 2001).

Teresina, capital do Estado do Piauí, com uma população de 779.939 habitantes, é uma cidade que está em desenvolvimento e não dispõe de infra-estrutura para suprir as necessidades dessa população.

A população favelada aumenta a cada dia, provocando assim uma demanda ampliada por serviços na área da assistência do Estado, além de problemas característicos de áreas urbanas “inchadas” como a falta de saneamento básico, acarretando na falta de disposição adequada do lixo, problemas de saúde, miséria, etc..

Embora os avanços do setor econômico deixem a desejar, sobretudo o setor industrial, é importante ressaltar que esta atividade já provoca em Teresina impactos sobre o meio ambiente e sobre a sociedade, principalmente na geração de resíduos.

O poder público deve estar atento a esses riscos, para que, além de se buscar medidas mais eficazes aos problemas já existentes, seja capaz de propor medidas preventivas a esses danos, para que os interesses particulares não se sobreponha aos da sociedade como um todo, gerando um enorme abismo entre ricos e pobres.

O impacto das exigências ambientais nas atividades produtivas tem aumentado nas últimas décadas em função de acordos internacionais, de legislações locais e da crescente preocupação da sociedade em assegurar a qualidade de vida das gerações presentes e futuras (CNI, 2002).

### **1.3 Resíduos Sólidos e Meio Ambiente**

Segundo a Fundação Nacional de Saúde (2004), os resíduos sólidos são materiais heterogêneos (inertes, minerais e orgânicos) resultantes das atividades humanas e da natureza, os quais podem ser parcialmente utilizados, gerando, entre outros aspectos, proteção à saúde pública e economia de recursos naturais. Quando não tratados adequadamente constituem problemas sanitário, econômico e estético.

Sua composição varia de comunidade para comunidade, de acordo com os hábitos e costumes da população, número de habitantes do local, poder aquisitivo, variações sazonais, clima, desenvolvimento, nível educacional, variando para a mesma comunidade com as estações do ano.

Segundo Grippi (2001), sob uma forma específica e usual de gerenciamento de lixo, é mais prático e didático classificá-los como:

**Lixo Domiciliar:** Aquele originado na vida diária das residências, constituído por restos de alimentos, produtos deteriorados, jornais e revistas, garrafas e embalagens, papel higiênico e fraldas descartáveis, ou ainda uma infinidade de itens domésticos;

**Lixo Comercial:** É aquele originado nos estabelecimentos comerciais e de serviços, como supermercados, bancos, lojas, bares, restaurantes, etc. O lixo destes estabelecimentos tem um forte componente de papel, plástico, embalagens diversas e materiais de asseio, como papel toalha, papel higiênico e etc;

**Lixo Público:** São aqueles originados de serviços de limpeza urbana, incluídos os resíduos de varrição das vias públicas, limpeza de praias, de galerias, córregos e terrenos baldios, podas de árvores e etc. Faz parte ainda desta classificação a limpeza de locais de feiras livres ou eventos públicos;

**Lixo Hospitalar:** Constituído de resíduos sépticos que contêm ou potencialmente podem conter germes patogênicos. São produzidos em serviços de saúde, como hospitais, clínicas, laboratórios, farmácias, clínicas veterinárias, postos de saúde, etc. Este lixo é constituído de agulhas, seringas, gazes, bandagens, algodões, órgãos e tecidos removidos, meios de cultura, animais usados em teste, sangue coagulado, remédios, luvas descartáveis, filmes radiológicos, etc;

**Lixo Especial:** É o lixo encontrado em portos, aeroportos, terminais rodoviários ou ferroviários. Constituído de resíduos sépticos, pode conter agentes patogênicos oriundos de um quadro de endemia de outro lugar, cidade, estado ou país. Estes resíduos são formados por material de higiene e asseio pessoal, resto de alimentação, etc;

**Lixo Agrícola:** Resíduos sólidos das atividades agrícolas e da pecuária, como, por exemplo, embalagens de adubo e agrotóxicos, defensivos agrícolas, ração, restos de colheita, etc. Em varias regiões do mundo, este tipo de lixo vem causando preocupação crescente, destacando-se as enormes quantidades de esterco animal gerados nas fazendas de pecuária intensiva. Também as embalagens de agroquímicos diversos, em geral tóxicos, têm sido alvo de legislações específicas;

**Lixo Industrial:** É aquele originado nas atividades industriais, dentro dos diversos ramos produtivos existentes. O lixo industrial é bastante variado e pode estar relacionado ou não com o tipo de produto final da atividade industrial. É constituído por resíduos de cinzas, óleos, lodo, substâncias alcalinas ou ácidas, escórias, corrosivos, etc.

No entanto segundo a norma Brasileira NBR 10004/04, os resíduos sólidos são definidos como:

Resíduos Sólidos são resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades 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.

Na mesma norma a periculosidade de um resíduo é definida como a característica apresentada por um resíduo que, em função de suas propriedades físicas, químicas ou infecto-contagiosa, pode apresentar: riscos à saúde pública, provocando ou acentuando, de forma significativa, um aumento de mortalidade ou incidência de doenças

e/ou; riscos ao meio ambiente, quando o resíduo é manuseado ou destinado de forma inadequada.

Os resíduos sólidos são classificados em:

Classe I – Perigosos: resíduos que, em função de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade, podem apresentar risco à saúde pública e/ou apresentar efeitos adversos ao meio ambiente, quando manuseados ou dispostos de forma inadequada;

Classe II A – Não Perigosos – Não-inertes: resíduos que não se enquadram na Classe I ou na Classe II B. Podem ter propriedades tais como combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água;

Classe II B – Não Perigosos – Inertes: resíduos sólidos que, submetidos a teste de solubilização, não tenham nenhum de seus constituintes solubilizados em concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água, exceto: cor, turbidez, dureza e sabor (ABNT, 2004).

São exemplos desses resíduos: Classe I – resíduos de tinta da pintura industrial, lodo de sistema de tratamento de águas residuárias da pintura industrial, produtos químicos; Classe II A – sobra de mármore, fibra de vidro, cinzas, resíduos de grãos (casca, farelo de arroz, milho); Classe II B – vidro, alumínio, materiais cerâmicos (tijolos e telhas).

O resíduo industrial é um dos maiores responsáveis pelas agressões fatais ao ambiente, face ao seu efetivo potencial poluidor e contaminador. Nele estão incluídos como exemplos, produtos químicos (cianureto, pesticidas, solventes); metais (mercúrio, cádmio, chumbo) e solventes químicos que ameaçam os ciclos naturais onde são despejados.

A Resolução nº 313, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), de 29 de outubro de 2002, define resíduo sólido industrial:

É todo o resíduo que resulte de atividades industriais e que se encontre nos estados sólido, semi-sólido, gasoso – quando contido, e líquido – cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgoto ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnicas ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água e aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição (BRASIL, 2002).

Na gestão dos resíduos sólidos industriais, cabe ao gerador desse tipo de resíduo seu armazenamento, tratamento, e disposição final adequada, sendo a pessoa física ou jurídica, responsabilizada civil, criminal e administrativa, desde a geração, transporte e disposição final por qualquer dano que venha a causar ao meio ambiente ou a terceiros, sendo

ainda independentemente da existência de culpa, obrigado a reparar as lesões causadas ao meio ambiente, com base na lei 6.938/81 - Política Nacional de Meio Ambiente.

Além disso, a terceirização destes tipos de serviços (transporte e disposição final), não isentam de responsabilidade o gerador, pelos danos que vierem a ser causados, bem como os responsáveis pelo serviço terceirizado, mesmo existindo algum contrato assinado para este fim. O gerador sempre será o responsável pelo seu resíduo até a sua destinação final (ARAÚJO, 2001; CASTRO, 2003).

Durante o processamento industrial podem ser gerados Resíduos Sólidos Perigosos, Não-Inertes ou Inertes, o que recomenda atenção nos setores operacional e de meio ambiente da indústria, a fim de evitar a mistura desses resíduos durante as atividades de acondicionamento, coleta, transporte, tratamento e destino final.

Os resíduos sólidos industriais devido as suas características, necessitam de uma atenção especial, onde devem ser dispostos em aterros industriais, diferentemente dos resíduos sólidos urbanos, que são em aterro sanitários.

Aterro Industrial é uma alternativa de destinação de resíduos industriais, que se utiliza de técnicas que permitem a disposição controlada destes resíduos no solo, sem causar danos ou riscos à saúde pública, e minimizando os impactos ambientais (CETESB, 1993).

Essa técnica consiste em confinar os resíduos industriais na menor área e volume possíveis, cobrindo-os com uma camada de material inerte na conclusão de cada jornada de trabalho ou intervalos menores, caso necessário.

Os aterros industriais são classificados nas classes I, II A ou II B, conforme a periculosidade dos resíduos a serem dispostos. Os aterros Classe I podem receber resíduos industriais perigosos; os Classe II A, resíduos não-inertes; e os Classe II B, somente resíduos inertes (CETESB, 1993).

Contudo a disposição em aterros industriais, apesar de permitido pela legislação, é uma prática que não isenta as empresas da responsabilidade pelo resíduo, já que quando atingida a vida útil desse aterros, todas as empresas que enviaram resíduos para o local, são responsáveis pela remediação do terreno.

Portanto vale ressaltar que a recuperação de áreas degradadas pela ação da disposição de resíduos também é de inteira competência técnica e financeira da fonte geradora. No entanto, caso haja a impossibilidade de identificação deste gerador, por ele ter mudado do local ou ter cessado as suas atividades, o ex-proprietário da terra (ou o atual proprietário que a alugou) será responsabilizado pela degradação causada.

Aterro sanitário é o processo técnico utilizado para a disposição de resíduos sólidos domiciliares no solo, no menor espaço possível, seguindo critérios de engenharia e normas operacionais específicas, desde a seleção e preparo da área até sua operação e monitoramento (BARROS, 1995).

Esta técnica consiste no aterramento e compactação dos resíduos na forma de camadas sobrepostas, formando células. Essas camadas recebem diariamente cobertura com solo de modo a evitar riscos à saúde pública e minimizar os impactos ambientais (BARROS, 1995).

Na implantação e operação de um aterro sanitário, tem-se o sistema de drenagem de líquidos percolados e de gases, proveniente do confinamento dos resíduos, como também, tratamento do chorume gerado na decomposição biológica do lixo orgânico. O projeto de aterro sanitário contempla a existência de proteção ambiental.

Existem ainda outras formas de disposição de resíduos tais como o aterro controlado e o lixão.

Aterro controlado é a forma de disposição dos resíduos sólidos domiciliares semelhantes ao aterro sanitário, porém sem a existência de um sistema de drenagem para coleta do chorume produzido pela decomposição do lixo orgânico, como também de drenagem de águas pluviais e tratamento do gás gerado pelo confinamento dos resíduos (BARROS, 1995).

Por não possuir sistema de coleta de chorume, esse líquido percola e alcança a água subterrânea causando com isso a poluição do corpo d'água.

O “lixão” é uma forma inadequada de dispor os resíduos sólidos urbanos porque provoca uma série de impactos ambientais negativos e proliferação de vetores para inúmeras doenças. Nesses locais, o lixo coletado é disposto diretamente sobre o solo sem nenhum controle da origem dos resíduos, dos cuidados ambientais e de saúde pública. Constituem também, um grave problema social devido à presença de pessoas que sobrevivem da catação de materiais encontrados nos rejeitos (BARROS, 1995).

Os resíduos são produtos inevitáveis dos processos econômico-sociais de que dependemos. Assim como no metabolismo dos seres vivos, nossas sociedades transformam insumos em bens, em serviços e em alguns subprodutos que precisamos eliminar. Quando não são tratados adequadamente, constituem uma permanente ameaça à saúde pública e ao meio ambiente.



De acordo com Sisinnio e Oliveira (2000), dentre os problemas oriundos da disposição inadequada de grandes quantidades de resíduos sólidos urbanos e industriais, podem-se destacar:

- poluição do ar levando a distúrbios respiratórios, não só pela poeira como pelo mau cheiro desagradável causando cefaléia e náusea;
- poluição das águas superficiais e subterrâneas envolvendo a saúde pública, criação de micro e macro vetores que transmitem doenças;
- poluição do solo;
- poluição visual que afeta o bem-estar das populações, gerando um impacto visual e emotivo causando sensações de medo e nojo;
- presença de urubus e
- desequilíbrio ecológico.

Acontece também a descaracterização paisagística e a desvalorização imobiliária das residências situadas nas vizinhanças das áreas de disposição do lixo. A desvalorização do terreno no entorno destas áreas, tanto para moradia como para comércio, provoca o deslocamento dos catadores de lixo e de pessoas que, apesar de não sobreviverem do lixo, se sujeitam a morar no local por falta de melhores condições econômicas.

Todas essas formas de alterações ambientais podem interferir na saúde do homem, seja através da veiculação de agentes patogênicos ou substâncias químicas, seja influenciando no seu bem-estar, e isso interfere na percepção da cidade. As pessoas vêem a cidade de uma maneira negativa, desvalorizando a escolha de morar no local (SISINNO; OLIVEIRA, 2000).

Tudo que se consome deveria voltar para os ciclos da natureza. Porém, o homem passa a criar determinados bens de consumo que a natureza tem dificuldade para reciclar, o que compromete a conservação do meio ambiente.

Barros (1995) relata que, do lado econômico, a produção exagerada de lixo e a disposição final sem critérios, representam um desperdício de materiais e de energia. Em condições adequadas, estes materiais poderiam ser reaproveitados e reutilizados, diminuindo assim:

- o consumo dos recursos naturais;
- a necessidade de tratar, armazenar e eliminar os dejetos;
- os riscos para a saúde e para o meio ambiente.

A melhor forma para esse reaproveitamento e reintrodução no ciclo produtivo é a implantação de um sistema de gestão de resíduos (FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE, 2004).

## **1.4 Gestão e Gerenciamento dos resíduos sólidos Industriais**

### **1.4.1 Desenvolvimento Histórico**

Qualquer atividade humana é geradora de resíduos. As atividades industriais são grandes geradoras de resíduos, sejam sólidos, líquidos ou gasosos, os quais devem ser gerenciados corretamente visando à minimização de custos e redução do potencial de geração de impactos ambientais.

A geração de resíduos sólidos na atualidade tem sido indiscutivelmente, um dos grandes desafios da humanidade. A solução para a crise provocada pela geração de resíduos sólidos passa pela consciência ambiental, onde se prioriza a questão ambiental como necessidade primordial (DALTRO FILHO, 1997).

No passado, a indústria enquanto um ramo da atividade econômica, sempre considerou que todos os recursos naturais eram inesgotáveis, assim, a produção industrial encontrava-se totalmente desvinculada de uma preocupação ecológica, buscando apenas a geração de lucros, causando prejuízos ambientais.

No entanto presencia-se, a partir da década de 1970, uma tendência de mudança dessa realidade, surgindo um novo paradigma, no qual coloca a gestão da sustentabilidade como objetivo a alcançar, procurando ações que aliem crescimento econômico, inclusão social e preservação ambiental (DALTRO FILHO, 1997).

Após a conferência das Nações Unidas sobre o meio ambiente, realizada em Estocolmo em 1972, as nações começaram a estruturar seus órgãos ambientais e estabelecer suas legislações visando o controle da poluição ambiental. Poluir passou a ser crime em diversos países. Como decorrência dessa conferência foi criado o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) e instituído o dia 5 de junho como Dia Internacional do Meio Ambiente.

No Brasil instituiu-se em 31 de agosto de 1981 a “Política Nacional de Meio Ambiente”, através de Lei 6.938, visando a busca de adequada gestão do imenso patrimônio ambiental brasileiro, e tendo como objetivos a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia a vida, visando a assegurar, no País, condições ao

desenvolvimento sócioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana.

Através da Lei 6.938 de 31 de agosto de 1981 que foi instituído o conceito de “poluidor-pagador”, ou seja, ao poluidor ficam atribuídos os custos sociais da poluição por ele causada: as despesas necessárias à reparação do dano, e as despesas indispensáveis à prevenção da poluição.

Porém somente em 12 de fevereiro de 1998, poluição tornou-se um crime de fato, através da Lei de Crimes Ambientais, Lei 9.605. Através desta lei, o direito penal incrimina não apenas aquele que colocar em risco a vida e a saúde da espécie humana, mas também aquele que atentar contra o meio ambiente.

O fato de o meio ambiente sempre ter sido considerado um recurso abundante e classificado na categoria de bens livres, ou seja, daqueles bens para os quais não há necessidade de trabalho para sua obtenção, dificultou a possibilidade do estabelecimento de critérios para a sua utilização e tornou disseminada a poluição ambiental, passando a afetar a totalidade da população.

No princípio, as organizações preocupavam-se apenas com a eficiência dos sistemas produtivos refletindo a noção de mercados e recursos ilimitados. Em curto espaço de tempo, essa noção revelou-se equivocada, porque ficou evidente que o contexto de atuação das empresas tornava-se cada dia mais complexo e que o processo decisório sofreria restrições cada vez mais severas.

Entretanto na década de 1980, uma nova realidade sócioambiental foi se consolidando e implicando na mudança de postura das empresas que acabam descartando velhas perspectivas e práticas reativas ao meio ambiente. A responsabilidade ambiental passa, gradativamente, a ser encarada como uma necessidade de sobrevivência econômica (MAIMON, 1993).

De acordo com Donaire (2003), a repercussão da questão ambiental dentro das organizações e o crescimento de sua importância ocorrem no momento em que a empresa dá-se conta de que essa atividade, em lugar de ser uma área que só lhe propicia despesas, pode transformar-se em oportunidades de redução dos custos. Isto pode ser viabilizado, seja através do reaproveitamento e venda de resíduos e aumento das possibilidades de reciclagem, seja por meio da descoberta de novos componentes ou novas matérias-primas que resultem em produtos mais confiáveis e tecnologicamente mais limpos.

Conforme Kinlaw (1997), uma análise de 500 estudos de casos apresentados em um trabalho conjunto de três grandes entidades ambientalistas internacionais revelou que as

empresas que reduzem seus resíduos e contam com mecanismos de prevenção da poluição registram os seguintes benefícios financeiros:

- menores gastos com matérias-primas, energia e disposição final de resíduos com uma menor dependência de instalações de tratamento e despejo de resíduos;
- redução ou eliminação de custos futuros decorrentes de processos de despoluição de resíduos enterrados ou de contaminação por tais resíduos;
- menores complicações legais; menores custos operacionais e de manutenção;
- menores riscos, presentes e futuros, a funcionários, público e meio ambiente e, portanto, menores despesas.

Nessa perspectiva, os industriais que não valorizam o meio ambiente podem ter sua imagem distorcida pela opinião pública, criando, por conseguinte, uma certa antipatia dos consumidores pelos seus produtos, cujas conseqüências vão desde a queda dos seus rendimentos até mesmo na participação no mercado.

Dessa forma, inserir a produção industrial num paradigma de sustentabilidade passou a ser mais que uma atitude condizente com a preocupação ambiental, tornou-se uma vantagem competitiva no mercado mundial.

Para Cavalcanti (2003), tal avanço tem sido alcançada pelas organizações que adotam modelos de gestão empresarial ambientalmente corretos, como as ações baseadas na ISO 14000 que, segundo a International Standards Organization (ISO), significa uma série de normas necessárias a implementação do Sistema de Gestão Ambiental (SGA) ou à melhoria de um SGA já existente dentro da organização.

#### **1.4.2 Sistema de Gestão Ambiental**

Gestão Ambiental é o conjunto de ações preventivas e paliativas para minimizar os efeitos ambientais da atividade humana (ANDRADE, 2004).

Já Valle (1995), reconhece a gestão ambiental em uma empresa como uma função organizacional independente e necessária, sendo que seu objetivo é proteger o meio ambiente, distinguindo das funções de segurança, processos industriais, relações públicas, setor de finanças etc.

A UNEP (2001a) considera a gestão ambiental como o processo que minimiza qualquer impacto ambiental adverso associado com seu processo de produção, por meio de medidas como mudanças em materiais, equipamentos e práticas.

Já o Sistema de Gestão Ambiental (SGA) é aquela parte do sistema geral de gestão da organização que compreende a estrutura organizativa, as responsabilidades, as práticas, os procedimentos, os processos e os recursos para determinar e executar sua política ambiental (DONAIRE, 2003).

O Sistema de Gestão Ambiental é uma estrutura padronizada, utilizada pelas empresas, para sistematicamente gerenciar as atividades que afetam o meio ambiente natural, pela integração de procedimentos e processos, envolvendo treinamento, monitoramento e registros. Estas atividades englobam pessoas, instrumentos e ações com o propósito de coletar e processar dados que possibilitem informações ambientais para gerenciamento e tomada de decisão.

Um Sistema de Gestão Ambiental é essencial para melhorar o desempenho e auxiliar na identificação e gerenciamento de obrigações e riscos ambientais, e pode ser uma ferramenta para compensar custos de melhoria de impactos ambientais.

O padrão internacional que permite a uma organização a obtenção de tal sistema de gestão é a norma ISO 14001.

A ISO 14001 faz parte de um conjunto de normas voltadas para sistemas de gestão ambiental chamado de Normas ISO Série 14000 sendo, neste conjunto de normas, a única na qual uma empresa pode obter certificação por organismos independentes (DYLLICK, 2000).

A série de normas ISO 14000 se dedica a gestão ambiental de processos e produtos e a norma 14001 orienta os sistemas de gestão ambiental de empresas.

A série ISO 14000 pode ser dividida em dois grupos de normas: um direcionado para a organização – Sistema de Gestão Ambiental, Avaliação de desempenho ambiental e Auditoria Ambiental; outro direcionado para o produto – Rotulagem Ambiental, Análise do Ciclo de vida do produto e Aspectos Ambientais nas normas de produtos (MOREIRA, 2001).

A série ISO 14000 inclui as normas:

14001 - de especificações para sistemas de gestão ambiental

14004 – de princípios para sistema de gestão ambiental

14010 – de princípios gerais para auditoria ambiental

14011 – de procedimentos para auditoria de sistemas de gestão ambiental

14012 – de qualificação de auditorias ambientais

A ISO 14001 provê um guia para os requisitos do sistema de gestão tendo como base um modelo de melhoria contínua do tipo planejar-executar-verificar-agir (Plan-Do-Check-Act) (DYLLICK, 2000).

Este modelo, também conhecido como ciclo PDCA (CAMPOS, 1992), é focado em cinco elementos chave: política ambiental, planejamento, implementação e operação, verificação e tomada de ação corretiva e análise crítica do sistema de gestão, e provê orientações no sentido da construção de um sistema voltado ao alcance de objetivos ambientais.

Em conformidade com a NBR ISO 14001, o modelo de SGA segue a visão básica de uma organização que subscreve os seguintes elementos:

**Comprometimento e política:** compreende a política ambiental definida pela alta administração, declarando as intenções da empresa na área do desempenho ambiental;

**Planejamento:** consiste no planejamento referente aos aspectos ambientais, requisitos legais, objetivos e metas, e programas de gestão ambiental;

**Implantação:** a implantação e operação definem as estruturas e responsabilidades, treinamento, conscientização e competência, comunicação, documentação, controle de documentos, controle operacional, e preparação e atendimento a emergências;

**Medição e avaliação:** consiste na verificação e ação corretivas, estabelecem procedimentos de monitoramento e medição, não-conformidades e ações corretivas e preventivas, registros e auditorias do sistema de gestão ambiental, e

**Análise crítica e melhoria:** verificação periódica pela administração, para assegurar sua conveniência, adequação e eficácia contínuas.

Ao implantar um SGA a empresa adquire uma visão estratégica em relação ao meio ambiente, passando a percebê-lo como oportunidade de desenvolvimento com sustentabilidade. Ao mesmo tempo, ressalta-se que estratégias sustentáveis asseguram a proteção ambiental, tanto do local de trabalho quanto dos operadores, além de contribuir para a eliminação ou minimização de impactos ambientais (DYLLICK, 2000).

Os Sistemas de Gestão Ambiental quando seguem a norma ISO 14001, fornecem às organizações condições para estabelecer uma política ambiental apropriada; determinar os requisitos da legislação associadas às atividades, produtos e serviços da organização; desenvolver o compromisso dos funcionários com a proteção ambiental; estabelecer um processo de gestão apropriado; e fornecer recursos para as atividades de proteção ambiental (DYLLICK, 2000).

Uma vez comprovada a eficácia do sistema e o cumprimento dos requisitos estabelecidos na norma, procede-se a solicitação de uma certificação do sistema.

A certificação de uma empresa pela norma ISO 14001 visa garantir o seguimento da norma e assim é indicativa de preocupação com o meio ambiente e atuação consciente no espaço coletivo (DYLLICK, 2000).

Donaire (2003) relata que, o principal obstáculo para a adoção de um SGA está nas próprias organizações, face da suas resistências às mudanças internas e às mudanças em suas relações com a comunidade e parceiros externos.

Alguns autores criticam a ISO 14001 por esta norma privilegiar o modelo curativo de *end-of-pipe* (trata os danos em seu final), e a conformidade nos limites da lei ambiental vigente onde a empresa está instalada.

Furtado *et al.* (2000) criticam os sistemas de gestão ambiental que se apóiam somente na norma ISO 14001 como sendo somente sistemas administrativos, sem maiores compromissos com as questões ambientais.

Estes autores defendem o emprego de princípios de Produção Limpa (PL), ou de Produção Mais Limpa (P+L), além da requalificação dos funcionários e colocam a geração de resíduos como problema central dos impactos ambientais.

A Produção Limpa defende a prevenção de resíduos na fonte, a exploração sustentável de fontes de matérias-primas, a economia de água e energia e o uso de outros indicadores ambientais para a indústria (FURTADO, 2000).

A produção limpa tem enfoque preventivo, pois é mais barato e eficiente prevenir danos ambientais do que controlá-los ou remediá-los. A prevenção da poluição substitui seu controle e assim requer que se parta do início do processo de produção para evitar a fonte do problema, ao invés de tentar controlar os danos em seu final (*end-of-pipe*).

Portanto, a produção limpa questiona e propõe a eliminação ou a substituição do modelo industrial linear clássico baseado no *end-of-pipe*, pelo modelo não-linear circular, de maior eco-eficiência e eficácia, ao defender a prevenção da geração de resíduos e promover maior economia de água e energia.

Nesta perspectiva, a eco-eficiência é uma filosofia de gestão empresarial que incorpora a gestão ambiental. Pode ser considerada uma forma de responsabilidade ambiental corporativa. Encoraja as empresa de qualquer setor, porte e localização geográfica a se tornarem mais competitivas, inovadoras e ambientalmente responsáveis. O principal objetivo da ecoeficiência é fazer a economia crescer qualitativamente, não quantitativamente (ALMEIDA, 2002).

O alcance da ecoeficiência traz inicialmente dois tipos de ganho para a empresa: econômico, considerando que as ações objetivam o uso mais racional da matéria-prima e

energia da empresa, levando em conta desde a forma como o produto foi concebido até o uso de um processo produtivo que minimize os resíduos gerados. Pelo mesmo princípio, obtém-se o benefício ambiental, decorrente da diminuição do volume de resíduos que são jogados no meio ambiente e de um consumo menor de água e energia, recursos naturais não renováveis (UFC, 2002).

Há ainda um terceiro benefício do ponto de vista mercadológico, que diz respeito ao marketing ambiental da empresa. A responsabilidade ambiental tem sido um importante critério competitivo para as empresas do mundo todo, uma vez que os consumidores estão cada vez mais conscientes da importância da preservação do planeta. "Basta dizer que as ações de uma empresa caem quando ela provoca um acidente ambiental", salienta o professor Sérgio José Barbosa Elias, coordenador do Núcleo de Tecnologias Limpas do Ceará, da Universidade Federal do Ceará (UFC, 2002).

Almeida (2002), considera ainda que ser ecoeficiente significa combinar desempenho econômico e desempenho ambiental para criar e promover valores com menor impacto sobre o meio ambiente.

Conforme ainda o mesmo autor, as medidas de proteção ambiental executadas nos setores produtivos visam à redução e a melhor forma de utilização de insumos, como água, energia, matéria-prima, bem como a minimização de resíduos lançados ao ecossistema. Tais medidas possibilitam à empresa diminuição nos custos, eficiência nos processos produtivos, menos poluição e melhoria na imagem da empresa, ampliando a fidelidade de clientes conscientizados com a questão ambiental.

Portanto, o importante é salientar que, é essencial que se tome medidas de proteção ambiental dentro da empresa, sejam elas baseadas na ISO 14001, sejam nos princípios de Produção Limpa, ou no conjunto das duas, ou simplesmente em ações básicas para gerenciar os processos de produção.

Assim a gestão das questões ambientais em uma empresa começa a ser reconhecida como uma função organizacional independente e necessária, com características próprias que a distingue das funções de segurança, relações industriais, relações públicas e outras mais com as quais interage (VALLE, 1995).

A gestão de resíduos é parte, e uma das mais importantes da gestão ambiental e consiste na atividade de elaborar políticas e planos integrados com o objetivo de prevenir a geração, obter o máximo aproveitamento e reciclagem de materiais, reduzir ao máximo o volume e/ou periculosidade dos resíduos gerados e definir as melhores soluções para tratamento e disposição.



Na gestão de resíduos, geralmente não existe uma única e melhor solução para um dado problema. As soluções devem ser integradas e, na maioria das vezes, exige a ação não somente no interior da empresa, mas na cadeia produtiva. Além disso, não se restringe apenas ao setor ambiental daquele empreendimento, mas deve envolver todos os outros setores (administração, pesquisa e desenvolvimento, comercial, produção, etc.).

### 1.4.3 Gestão de Resíduos

Um adequado Sistema de Gestão de Resíduos (SGR), para atender plenamente às diretrizes atuais de proteção ambiental e responsabilidade social, deve ter por objetivo, em ordem decrescente de prioridade, a eliminação, minimização, reuso ou reciclagem dos resíduos.

Esse nível de qualidade, embora possa parecer utópico para muitos, é perfeitamente possível de ser alcançado desde que um SGR seja elaborado e implementado, principalmente quando efetuado desde o início, junto com o projeto do empreendimento. Essa é uma fase que deve ser perseguida prioritariamente porque, além de propiciar um tratamento ambiental e socialmente correto aos resíduos, na maioria das situações, acarreta num retorno competitivo para a organização, inclusive financeiro.

O conceito de gestão de resíduos sólidos abrange atividades referentes à tomada de decisões estratégicas e à organização do setor para esse fim, envolvendo instituições, políticas, instrumentos e meios (SCHALCH, 1999).

Já o termo gerenciamento de resíduos sólidos refere-se aos aspectos tecnológicos e operacionais da questão, envolvendo fatores administrativos, gerenciais, econômicos, ambientais e de desempenho: produtividade e qualidade, por exemplo, e relaciona-se à prevenção, redução, segregação, reutilização, acondicionamento, coleta, transporte, tratamento, recuperação de energia e destinação final de resíduos sólidos (SCHALCH, 1999).

Segundo ainda Schalch (1999), são elementos indispensáveis na composição de um modelo de gestão:

- ✓ reconhecimento dos diversos agentes sociais envolvidos, identificando os papéis por eles desempenhados e promovendo a sua articulação;
- ✓ consolidação da base legal necessária e dos mecanismos que viabilizem a implantação das leis;
- ✓ mecanismos de financiamento para a auto-sustentabilidade das estruturas de gestão e do gerenciamento;

- ✓ informação à sociedade, empreendida tanto pelo poder público, quanto pelos setores produtivos envolvidos, para que haja um controle social;

- ✓ sistema de planejamento integrado, orientando a implementação das políticas públicas para o setor.

A Gestão Integrada visa integrar as políticas, programas e práticas ambientais, intensamente, em todos os negócios, como elementos indispensáveis de administração, em todas as suas funções.

Uma vez definido um modelo básico de gestão de resíduos sólidos, contemplando diretrizes, arranjos institucionais, instrumentos legais, mecanismos de financiamento, entre outras questões, deve-se criar uma estrutura para o gerenciamento dos resíduos, de acordo com o modelo de gestão.

Buarque (2002) amplia o conceito de gestão ao considerar todo o processo de planejamento incorporado à dimensão política e técnica. Segundo o autor, a dimensão técnica compreende o processo ordenado e sistemático das decisões, a hierarquização da realidade e das variáveis de forma estruturada e organizada na seleção de alternativas.

O processo político resulta da disputa entre os vários atores sociais que procuram influenciar e articular os seus interesses no processo coletivo. Essa concepção pressupõe a necessidade de uma estrutura de participação da sociedade que permita aos atores sociais e aos agentes públicos um comprometimento com o desenvolvimento local sustentável.

Para Sisinnio e Oliveira (2000), a principal característica de um sistema de gestão de resíduo deve ser a sua adequação à realidade local, procurando, dentro de critérios técnicos, potencializar a capacidade dos recursos disponíveis. Isto vale tanto em escala macro, por exemplo, para uma cidade, como em escala mais reduzida, em instituições e empresas. O primeiro item no estabelecimento de um sistema de gestão de resíduos é a correta identificação dos resíduos gerados e seus efeitos potenciais no ambiente. De modo geral, um sistema de gerenciamento de resíduos deve se estruturar da seguinte forma:

- ✓ identificação dos resíduos produzidos e seus efeitos na saúde e no ambiente;

- ✓ conhecimento do sistema de disposição final para resíduos sólidos e líquidos;

- ✓ estabelecimento de uma classificação dos resíduos segundo uma tipologia clara, compreendida e aceita por todos;

- ✓ estabelecimento de normas e responsabilidade na gestão e eliminação dos resíduos;

- ✓ previsão de formas de redução dos resíduos produzidos;
- ✓ utilização efetiva dos meios de tratamento disponíveis.

Entretanto, sabe-se muito bem, nem sempre é possível atingir esse padrão de gestão com todos os resíduos de um processo industrial. Nesse caso, a alternativa considerada aceitável é a disposição do resíduo em conformidade com os requisitos legais e normativos para a proteção ambiental.

Porém, na esfera empresarial, depara-se ainda com algumas empresas que não empregam medidas que conduzam à proteção ambiental, ou seja, que se encontram afastadas de processos produtivos comprometidos com a preservação ecológica, enquanto utilizam maior quantidade de recursos naturais, emitindo mais poluição e produtos de pior qualidade (LEFF, 2001).

Assegurar que todos os resíduos sejam gerenciados de forma apropriada e segura, desde a geração até a disposição final (do berço ao túmulo), envolvendo as etapas de geração, caracterização, manuseio, acondicionamento, armazenamento, coleta, transporte, reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final, é um dos grandes desafios das empresas.

Não obstante essa situação, o empresariado brasileiro tem despertado para essa tendência mundial alicerçada em ações mais sustentáveis nos processos produtivos. Contudo, tal adequação nem sempre é espontânea, ou por consciência ambiental, pois os mesmos têm que atender a padrões de qualidade ambiental para manter suas transações comerciais com organizações empresariais de outros países.

#### **1.4.4 Agenda 21**

Foi realizado no Rio de Janeiro entre 3 e 14 de junho de 1992, a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento, a ECO-92, onde a partir de discussões conduzidas durante a Conferência, foi elaborado um documento que se subdivide em 40 capítulos chamada Agenda 21.

A Agenda 21 é um programa de ação abrangente, a ser implementado pelos governos, agências de desenvolvimento, Organização das Nações Unidas e grupos setoriais independentes em cada área onde a atividade humana afeta o meio ambiente, visando atingir o desenvolvimento sustentável.

Segundo a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, “O desenvolvimento sustentável é aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade das gerações futuras satisfazerem suas próprias necessidades”.

A Agenda 21 Brasileira, no tocante aos resíduos sólidos, propõe: promover a redução da poluição nos corpos d’água provocada pela disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos a partir do planejamento integrado de intervenções; adotar instrumentos econômicos para incentivo às boas práticas de gestão; possibilitar reutilização, reciclagem e redução dos resíduos sólidos; punir as práticas inadequadas de gestão dos resíduos sólidos; desenvolver critérios para a seleção de áreas de disposição de resíduos; e criar procedimentos específicos para resíduos especiais e perigosos.

Em seu capítulo 21, do ‘Manejo Ambientalmente Saudável dos Resíduos Sólidos e questões relacionadas com os Esgotos’, propõe no item 21.4, a utilização de um manejo integrado nas questões relacionadas aos resíduos, conforme segue:

O manejo ambientalmente saudável dos resíduos deve ir além do simples depósito ou aproveitamento por métodos seguros dos resíduos gerados, buscando resolver a causa fundamental do problema e procurando mudar os padrões não sustentáveis de produção e consumo.

Isso implica na utilização do conceito de manejo integrado do ciclo vital, o qual apresenta oportunidade única de conciliar o desenvolvimento com a proteção do meio ambiente.

Em seu item 21.5, aponta a necessidade de ações e formulação de objetivos centrando-se em quatro principais áreas de programas relacionados com os resíduos. São elas:

- 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;
- d) ampliação do alcance dos serviços que se ocupam dos resíduos.

A indústria brasileira tem se comprometido com os princípios do desenvolvimento sustentável e realizado iniciativas voltadas para a ecoeficiência de processos e produtos para o desenvolvimento de tecnologias limpas (CNI, 2002).

Enquanto alguns empreendedores não querem arcar com os custos de implantar um SGA, outros chegam à conclusão de que mais caro lhes custará não internalizar o Sistema, face aos diversos riscos a que estão sujeitos, como acidentes ambientais, multas, processos na

justiça, danos à imagem, barreiras à comercialização de seus produtos e perda de competitividade (BAER, 2002).

#### **1.4.5 Compromisso das Indústrias**

O principal desafio para a política de meio ambiente no Brasil é o de garantir, simultaneamente, padrões crescentes de qualidade e de conservação ambiental e um sistema eficiente de regulação que não implique incertezas, elevação do risco empresarial e bloqueio de decisões de investimentos (CNI, 2002).

A diversidade de legislações, regulamentos e normas técnicas agrava este quadro. O relacionamento das empresas com os órgãos ambientais de governo se estabelece, principalmente, nos momentos de fiscalização e licenciamentos ambientais, baseado em paradigmas clássicos de políticas de comando e controle. São incipientes os acordos de cooperação entre as partes e as atividades de orientação e prevenção (CNI, 2002).

De acordo com a Confederação Nacional da Indústria - CNI (2002), a indústria brasileira está comprometida com a agenda do desenvolvimento sustentável. O aperfeiçoamento das leis, regulamentos e padrões ambientais e a construção de políticas que estimulem os investimentos em preservação ambiental deve ser objeto de um diálogo permanente com o governo e instituições da sociedade civil.

Contudo para que o meio ambiente possa ser melhor gerenciado, considera-se importante a disponibilização de instrumentos de informação que sejam adequados a decisões dessa natureza (FERREIRA, 2001).

Conforme Santos (2004), um diagnóstico ambiental constrói cenários que identificam as potencialidades, fragilidades, acertos e conflitos. Essas observações permitem desenvolver para a região de estudo, um conjunto de alternativas que trata da solução dos impactos, das fragilidades, da reabilitação da paisagem, do desenvolvimento das potencialidades, do atendimento aos anseios sociais e da sustentação dos aspectos acertados.

A realização sistemática de inventário de resíduos industriais pode fornecer informações importantes que ampliam o entendimento dos problemas relacionados com a geração de resíduos, auxiliando na identificação de ações prioritárias para seu gerenciamento e de oportunidades para sua minimização ou não geração e, ainda, para a adoção de tecnologias mais limpas de produção, com vistas à eficiência das operações e ao melhor desempenho ambiental das empresas (ZIGLIO, 2005).

Para a mesma autora, as mudanças ainda são lentas na diminuição do potencial poluidor do parque industrial brasileiro, principalmente no tocante as indústrias mais antigas, que continuam contribuindo com a maior parcela da carga poluidora gerada e elevados riscos de acidentes ambientais sendo, portanto, necessário altos investimentos de controle ambiental e custos de despoluição.

Em diversos setores industriais a introdução de práticas de prevenção à poluição e a busca de tecnologias limpas têm demonstrado que a filosofia da prevenção à poluição não somente é uma ferramenta efetiva para um gerenciamento ambiental mais eficiente, como também traz benefícios econômicos (ZIGLIO, 2005).

Pensar no gerenciamento dos resíduos industriais e no processo industrial que envolvam a redução de resíduos é a nova fase de um sistema de busca de divisas contabilizando os custos ambientais.

Em junho de 2006 a Confederação Nacional da Indústria (CNI), realizou o Encontro Nacional das Indústrias, onde participaram os Presidentes das Federações das Indústrias, Presidentes das Associações Nacionais Setoriais e os Presidentes dos Sindicatos Industriais, no qual foram examinados os desafios dos sindicatos industriais e as boas práticas sindicais, e foi questionada a questão de como fazer o Brasil crescer levando em conta Gastos, Tributação, Financiamento, Infra-Estrutura, Meio Ambiente, dentre outros.

Neste encontro as indústrias se comprometeram a fornecer informações sobre as suas atividades contribuindo assim para um desenvolvimento industrial sustentado, pois a carência de informações é o que dificulta o crescimento sustentável no País, e através dessas informações é que se poderá ajudar na construção de soluções.

O encontro nacional teve como produto o Mapa Estratégico da Indústria – 2007-2015. O mapa define objetivos, metas e programas, capazes de consolidar o Brasil como uma economia competitiva, inserida na sociedade do conhecimento e base de uma das principais plataformas da indústria mundial: inovadora, com capacidade de crescer de forma sustentável, com mais e melhores empregos.

Tem-se a firme convicção de que o futuro da indústria brasileira está intimamente ligado à melhoria na educação e aos avanços na aquisição do conhecimento.

A indústria pretende atuar de forma proativa com a sociedade na mobilização dos recursos necessários, para implementar os programas estratégicos que afetarão o crescimento industrial brasileiro e, em última instância, garantir o desenvolvimento sustentável desta e das futuras gerações (CNI, 2002).

O uso racional dos recursos naturais é parte essencial da estratégia da indústria voltada para o desenvolvimento sustentável. A adoção de práticas que conduzam ao uso racional dos recursos naturais é um importante vetor de diversificação de negócios, aumentando a competitividade e permitindo uma maior aderência das práticas industriais aos objetivos da responsabilidade social corporativa.

A visão da indústria sobre o seu futuro contempla o incentivo a uma cultura de responsabilidade social corporativa e a utilização crescente de instrumentos de gestão ambiental (CNI, 2002).

As ações de gestão ambiental, em instrumentos como auditoria, rotulagem e certificações, não devem ser objeto de normas legais, mas sim de adesão voluntária e devem agregar vantagem competitiva para as indústrias brasileiras. A gestão ambiental é uma importante ferramenta de modernização e competitividade das indústrias (CNI, 2002).

Procedimentos de gestão ambiental, crescentemente adotados pelas empresas, são indicativos de comprometimento com a preservação do meio ambiente e suplementam mecanismos de regulação impositivos.

Portanto de acordo com Confederação Nacional da Indústria (2002), o objetivo da indústria é desenvolver uma atitude proativa na gestão ambiental, envolvendo fornecedores, comunidades, órgãos competentes e demais partes interessadas, de modo a assegurar a sustentabilidade de projetos, empreendimentos e produtos ao longo do seu ciclo de vida.

No mapa estratégico, a visão da indústria quanto ao meio ambiente tem como interesse participar da construção do desenvolvimento sustentável. Um ambiente regulatório mais favorável ao investimento estimulará o crescimento econômico e contribuirá para a conservação do meio ambiente.

O mapa estratégico apresenta como desafio, em relação aos resíduos sólidos, definir a Política Nacional de Resíduos Sólidos, criar programas nacionais de estímulo aos conceitos mais avançados na gestão ambiental com uma forte interface com o tema de resíduos sólidos como a Análise do Ciclo de Vida, criar instrumentos econômicos de incentivo à reciclagem, reutilização e reaproveitamento dos resíduos e criar programas de estímulo às cooperativas de catadores.

No Piauí, além da pressão de um mercado potencial mais consciente sobre a questão ambiental, as empresas se tornaram mais empenhadas a adotarem práticas menos agressivas ao meio ambiente a partir da criação da Lei nº 4.854, de 10 de junho de 1996, que instituiu a Política Estadual do Meio Ambiente – PEMA.

Daí a importância do conhecimento do processo de produção dessas empresas e dos resíduos gerados, o ponto de geração e da sua forma de separação ou acondicionamento na origem, tratamento e destinação, pois é necessária na implantação de um sistema de gestão (DALTRO FILHO, 1997).

Os resíduos de uns podem ser matéria-prima para outros, tendo por um lado o produtor um menor custo no armazenamento, tratamento e destinação adequada dos seus resíduos, e por outro lado, o receptor tendo matéria-prima mais barata.

Todavia para que se tenham esses dados sistematizados numa base de dados, como também, uma melhor definição da área, tendo um melhor controle e análise de campo, permitindo uma melhor visualização e espacialização, é de fundamental importância à utilização de técnicas de Geoprocessamento, Sensoriamento Remoto, Imagens de Satélites e Sistemas de Informações Geográficas, sendo importante para tomada de decisão.

### **1.5 Geoprocessamento para controle de campo**

Geoprocessamento refere-se ao conjunto de tecnologias de coleta e tratamento de informações espaciais e de desenvolvimento e utilização de sistemas, tendo especial interesse sua localização e distribuição de seus atributos (CAVALCANT, 2000).

Segundo Moreira (2001), geoprocessamento refere-se ao conjunto de ferramentas usadas para coleta e tratamento de informações espaciais, geração de saídas na forma de mapas, relatórios, arquivos digitais, etc.

As ferramentas computacionais para geoprocessamento, chamadas de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), permitem realizar análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes e ao criar banco de dados geo-referenciados, e tornam ainda possível automatizar a produção de documentos cartográficos (CÂMARA; MEDEIROS, 1996).

Conforme Cox (1991), SIG é um conjunto manual ou computacional de procedimentos utilizados para armazenar e manipular dados georreferenciados.

Para Formaggio *et al.* (1992), o conjunto computacional, informações espaciais, tem vantagens em relação aos métodos manuais, principalmente na dinâmica e na maleabilidade que os SIGs acrescentam à manipulação de informações multitemáticas georreferenciadas, dada à versatilidade propiciada pela informática.

Já Rezende (1992), escreve que SIG é um sistema de suporte à decisão que integra dados referenciados espacialmente num ambiente de respostas a problemas.



A obtenção de informações para serem utilizadas por um SIG pode ser feita por diferentes técnicas: levantamento de campo, interpretação de imagens de sensoriamento remoto e reclassificação de informações existentes num banco de dados geográficos (CÂMARA; MEDEIROS, 1996).

O sensoriamento remoto pode ser entendido como um conjunto de atividades que permite a obtenção de informações dos objetos que compõem a superfície terrestre sem a necessidade de contato direto com os mesmos (CAVALCANT, 2000).

Moreira (2001) escreve que, sensoriamento remoto é o conjunto de atividades relacionadas com a aquisição e análise dos dados de sensores remotos. Com o desenvolvimento das modernas tecnologias espaciais, dentre as quais se incluem os satélites artificiais, tornou-se possível “(re)conhecer” a Terra, através da coleta de diferentes dados e da aquisição de imagens da sua superfície, por meio de sensores remotos.

O processamento digital de informações espaciais, por meio do Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informação Geográfica, quando comparado à metodologia tradicional, possibilita a caracterização do meio físico de uma região com maior rapidez e a um custo menor, uma vez que demanda uma quantidade menor de levantamentos de campo e análises laboratoriais (MACHADO, 2002).

Num país de dimensão continental como o Brasil, com uma grande carência de informações adequadas para a tomada de decisões sobre os problemas urbanos, rurais e ambientais, o geoprocessamento apresenta um enorme potencial, principalmente se baseado em tecnologia de custo relativamente baixo, em que o conhecimento seja adquirido localmente (CÂMARA; MEDEIROS, 1996).

Carmen Saiz e Valério Filho (1997), dizem que o geoprocessamento tem sido proposto como forma de atender as necessidades referentes ao monitoramento, caracterização, planejamento e tomada de decisão relativas ao espaço geográfico, abrindo perspectivas diferenciadas aos profissionais que atuam com o meio ambiente.

Portanto, a elaboração de mapas digitais servirá de base para importantes tomadas de decisões e/ou planejamentos estratégicos na busca de sempre obter melhores resultados.

Atualmente é imprescindível a existência de documentos cartográficos atualizados e que indiquem um elevado grau de confiabilidade. Isto se deve principalmente à rapidez, precisão e periodicidade com que as informações podem ser obtidas.

Administrações municipais, regionais e nacionais, têm cada vez mais utilizado o geoprocessamento como uma ferramenta de auxílio à tomada de decisões, tanto para a

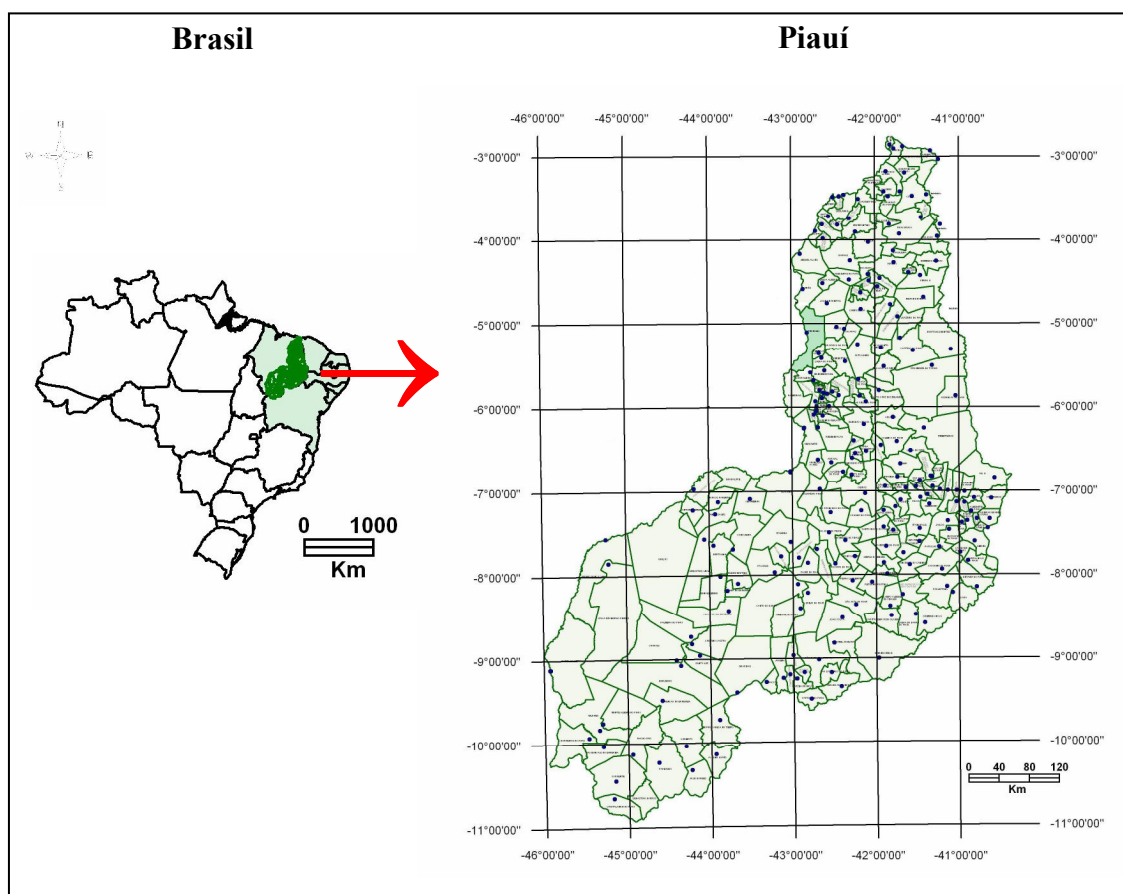
definição de novas políticas de gestão, quanto para a avaliação de decisões tomadas. No âmbito dos resíduos sólidos, tem sido muito utilizado para definir local de tratamento e disposição final adequados.

Contudo, neste trabalho utilizou-se apenas para evidenciar as coordenadas das indústrias em Teresina.

### 1.6 Indústrias no Piauí

O Estado do Piauí localiza-se na parte oeste do Nordeste brasileiro, situado entre 2°44' e 10°53' de latitude sul e entre 40°29' e 46°00' de longitude oeste, com uma área de 251.529,186 km<sup>2</sup>, representando 16,18% do Nordeste e 2,95% do total do território Nacional, sendo o terceiro maior Estado nordestino (IBGE, 2007).

A localização do Estado é representada como mostra a Figura 1:



**Figura 1:** Localização do Estado do Piauí.

**Fonte:** IBGE.

O Estado tem como fronteira oeste, Estado do Maranhão, ao leste os Estados do Ceará, Pernambuco, ao sul e sudeste o Estado da Bahia e ao extremo Sul Tocantins.

Possui uma população estimada em 3.032.421 habitantes, correspondendo a aproximadamente 6% da população do Nordeste e a 1,7% da população residente do Brasil (IBGE, 2007).

Os municípios mais populosos são Teresina (779.939 hab), Parnaíba (140.839 hab), Picos (70.450 hab), Piripiri (60.249 hab) e Floriano (56.090 hab) (IBGE, 2007). A densidade demográfica do Estado fica em torno de 11,31 habitantes por quilômetro quadrado, sendo a menor do Nordeste.

O Piauí conta com o rio Parnaíba e alguns de seus afluentes, que são perenes, entre eles o Poti, Uruçuí Preto e o Gurguéia que, somando-se seus cursos permanentes, ultrapassam 2.600 km de extensão dentro do Piauí. O Estado conta ainda com lagoas de notável expressão, tais como a de Parnaguá, Buriti e Cajueiro.

Para Mendes (2003), a ocupação do Piauí intensificou-se a partir da expansão econômica da pecuária no século XVII, definindo, praticamente, todos os limites geográficos.

As atividades econômicas predominantes dessa época, a pecuária e a agricultura de subsistência eram baseadas no uso abundante de recursos naturais que não causavam grandes degradações ambientais. As atividades comerciais e industriais se desenvolviam com dificuldade, predominando o artesanato doméstico, que atendia a maior parte das necessidades da população (PIAUI, 1995).

Contudo a industrialização no Piauí começou em Parnaíba com as charqueadas no final do século XVIII, e tomou impulso na segunda metade do século XIX em diante, com a exploração do extrativismo vegetal para a exportação de produtos à base de carnaúba, babaçu, couros, tucum e borracha de maniçoba. A mudança da capital para Teresina contribuiu para um eixo de transporte de mercadorias, pois localiza-se à margem do rio Parnaíba, incentivando o comércio entre as cidades ribeirinhas, as atividades extrativas e, em menor grau, a agricultura (MENDES, 2003).

De acordo com a Federação das Indústrias do Estado do Piauí (2000), o Estado possui aproximadamente 1.450 indústrias instaladas, distribuídas em todas as regiões do Estado, sendo que 849 indústrias (59%) das indústrias são referentes aos ramos industriais que mais poderão impactar negativamente o meio ambiente e deverão apresentar informações sobre seus resíduos sólidos, tais como, indústrias metalúrgicas, confecções, gráficas, móveis, dentre outras, de acordo com a Resolução CONAMA 313, de 29 de outubro de 2002. Dados

recentes do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2005), aponta que o Estado do Piauí possui 1.669 indústrias instaladas.

A partir de 2002, o parque industrial apresentou uma tendência de diversificação, existindo no Estado 16 dos 21 gêneros de classificação industrial, entre os quais alimentícios e bebidas, produtos têxteis, confecção, produtos de madeira, químicos, material não metálico e de metal, artigos de borracha e material plástico, metalurgia básica, móveis, etc. (PIAUÍ, 2003),

A infra-estrutura industrial está constituída por cinco distritos industriais nas cidades de Teresina (2), Parnaíba, Picos e Floriano.

Teresina, Capital do Estado do Piauí, é banhada pelos rios Parnaíba e Poti que são de fundamental importância no processo de desenvolvimento social, econômico, político e ecológico da região.

Teresina está localizado no centro-norte do Piauí e se constitui no centro decisório político, econômico e social. Possui a melhor infra-estrutura e é o maior pólo de geração de produtos, serviços, emprego, renda e impostos do Estado. Por sua localização geográfica estratégica, no grande entroncamento rodoviário que interliga os Estados do Norte aos demais Estados do Nordeste, também se configura como um razoável mercado consumidor regional (PIAUÍ, 2000).

A cidade caracteriza-se pelo clima úmido e frio no inverno e clima tropical semi-úmido quente no segundo semestre do ano, com temperatura média anual que alcança 28 °C, cujas mínimas e máximas atingem 22 °C e 40 °C, respectivamente (LIMA, 2002).

De acordo com IBGE, a cidade encontra-se situada numa faixa de contato das formações vegetais do tipo floresta sub-caducifólia, cerrados e caatinga. Sua hidrografia é composta por rios, riachos e várias lagoas de pequeno e médio porte.

O sistema de abastecimento de água tem como manancial o rio Parnaíba, com captação em frente à área do Distrito Industrial, caracterizada por um crescente aumento do número de habitações, sem o adequado sistema de saneamento, levando ao despejo de grandes quantidades de esgotos no rio. Ademais, outros fatores contribuem para poluição do manancial, como o aumento de escoamento de resíduos industriais a montante da captação, na medida em que se encontram instaladas várias indústrias nas proximidades (a menos de 3 km), sem o devido controle dos lançamentos (TERESINA AGENDA 2015, 2002).

Segundo Pereira Filho (2003), a atividade industrial teresinense representou 39,8% do Valor Adicionado (VA) do município, valor que as empresas representam na economia, com destaque para indústria de bebidas (cervejas e refrigerantes), mas contou

também com empresas de vestuário (confeções de roupas), artigos de colchoaria (colchões), metalúrgica (estruturas e artefatos de ferro e aço), indústria química, produtos alimentícios, indústria gráfica, etc.

A partir de 2003, a capital projetou um crescimento industrial mais intenso, devido à implantação do Pólo Industrial Sul em 2002, que abriga diversos ramos industriais, como fábricas de sabão em pó, palha de aço, montagem de bicicleta, tecelagem, metalúrgica, dentre outros (PEREIRA FILHO, 2003).

Segundo a Federação das Indústrias do Estado do Piauí – FIEPI (2000), Teresina concentra grande número de estabelecimentos industriais de pequeno porte (alimentícios, metalúrgica, móveis etc). Embora em pouco número, as médias e grandes empresas participam no mercado global e nacional.

Conforme a Secretaria Estadual de Fazenda do Piauí (2005), entre 2000 a 2004, 256 indústrias entre pequenas, média e grandes se instalaram no Estado, das quais 59% na capital, gerando um PIB em torno de R\$ 7,325 bilhões. Tais empreendimentos, embora contribuam para geração de emprego e renda, poderão provocar impactos negativos ao meio ambiente, por possuírem características de empresas poluidoras.

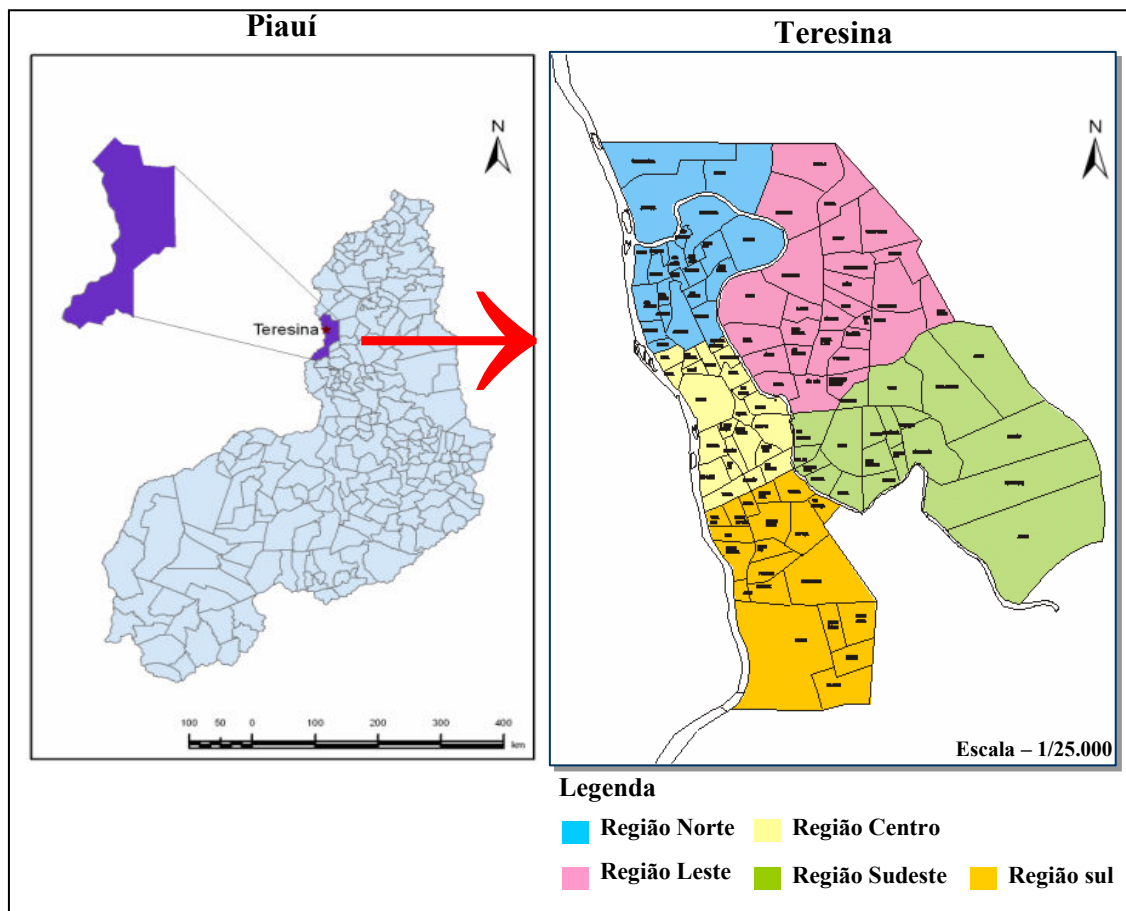
Infere-se que o processo de industrialização em implantação no Piauí e, particularmente, em Teresina, ocasiona variados problemas ambientais, como os verificados em centros econômicos mais desenvolvidos, considerando-se que a produção de mercadorias cresce juntamente com o lixo industrial. Esses problemas ensejam o debate a cerca da conciliação do crescimento econômico e preservação do meio ambiente.

## **2. METODOLOGIA**

### **2.1 Área de Estudo**

A cidade de Teresina, área dessa pesquisa, localizada sob as coordenadas geográficas latitude 05°05'2" S e longitude 42°48'07" W, a uma altitude de 72 m, possui uma área de 1.756 km<sup>2</sup>, com uma densidade demográfica de 441,7 hab./ km<sup>2</sup>, e uma população de aproximadamente 779.939 habitantes, nesta cidade, se concentram a maioria das indústrias do estado (IBGE, 2007).

Na figura 2 é apresentada a localização da área de estudo:



**Figura 2:** Localização da área de estudo. Teresina por regiões.

**Fonte:** SEMPLAN.

No presente trabalho foram desenvolvidas as seguintes etapas:

- ✓ Levantamento bibliográfico e documental através de consulta a livros, periódicos, textos, meio eletrônicos, legislação vigente e documentos institucionais;
- ✓ Visita técnica (*in loco*) nas indústrias para aplicação de formulários específicos;
- ✓ Localização das indústrias no mapa de Teresina.

## 2.2 Amostragem

A composição da amostra para aplicação do formulário nas indústrias foi dimensionado utilizando-se como base a Resolução CONAMA 313, de 29 de outubro de 2002, que estabelece as tipologias industriais que deverão apresentar informações sobre seus

resíduos sólidos, tais como, indústrias metalúrgicas, confecções, gráficas, móveis, dentre outras.

Um levantamento preliminar comprovou a inexistência de um catálogo industrial atualizado do Estado do Piauí e da cidade de Teresina. O último levantamento das unidades industriais ocorreu em 2000, através da Federação das Indústrias do Estado do Piauí – FIEPI, estando, portanto, bastante desatualizado para as finalidades desta pesquisa.

Após o levantamento em outros órgãos como Associação Industrial do Piauí, Junta Comercial do Estado do Piauí, Secretaria de Indústria e Comércio do Piauí, Prefeitura Municipal de Teresina, Secretaria Municipal de Desenvolvimento Econômico, Conselho Regional de Química, foi constatado, em Teresina, um total de 369 indústrias na cidade, sendo que 246 são referentes aos ramos citados pela resolução CONAMA 313/02.

Organizou-se então uma listagem de indústrias para o trabalho de levantamento dos dados. A relação proporcionou a consolidação do quadro de empresas de “pequeno”, “médio” e “grande” porte, embasado no critério do número de empregados de acordo com a classificação do IBGE: pequeno porte - 0 a 100 empregados; médio porte - 101 a 500 empregados; grande porte - acima de 500 empregados.

No universo catalogado, as 246 indústrias, foram estratificadas em doze tipos conforme apresentado na Tabela 1.

**Tabela 1:** Número de Indústrias de Teresina por tipologia industrial em Teresina.

	<b>Tipologia</b>	<b>Número de Indústrias</b>
1	Química	26
2	Cerâmica	10
3	Marmoraria	13
4	Metalúrgica	49
5	Gráfica	73
6	Confecções	25
7	Móveis	17
8	Alimentícia	16
9	Bebidas	05
10	Calçados	06
11	Recauchutagem	05
12	Bicicletas	01
	Total	246

De posse da listagem, as indústrias foram visitadas e nelas aplicados formulários de perguntas abertas e fechadas (apêndice 1), visando identificar os objetivos da pesquisa. O formulário utilizado foi também baseado na Resolução CONAMA 313/02, sendo adaptado à realidade local, através da aplicação de pré-formulários.



A aplicação dos formulários foi precedida de um pré-teste, a fim de se verificar aspectos como precisão do modelo de formulário e interesse dos informantes em respondê-los. Após os ajustes necessários advindos da pesquisa piloto, os formulários foram aplicados através de entrevista direta.

As perguntas contidas no formulário foram basicamente: a razão social da indústria; o seu endereço; a atividade principal da indústria e o seu período de produção; bem como informações sobre o processo de produção da indústria; das matérias-primas e insumos utilizados e sua quantidade atual por ano e capacidade máxima também por ano; os produtos fabricados e quantidade atual e capacidade máxima por ano; as etapas do processo de produção da indústria e os resíduos gerados; a descrição e destino desses resíduos; o tipo de armazenamento e tratamento; a quantidade – tonelada/ano e dados pertinentes sobre a indústria e aos recursos ambientais utilizados pelo empreendimento.

Após visita com o responsável técnico das indústrias, os formulários eram preenchidos construindo assim o perfil das indústrias visitadas por ramo de atividades industriais.

Para a localização das indústrias no mapa de Teresina, foram determinadas as coordenadas das indústrias através do equipamento GPS – Sistema de Posicionamento Global, Garmin Etrex. Com os pontos gerados pelo GPS, fez-se o descarregamento dos pontos no programa TrackMaker e fez-se também o processamento dos pontos com o aplicativo CAD, obtendo-se as coordenadas definidoras de cada ponto expressa em forma plana UTM – Universal Transversa de Mercator (E, N), elemento necessário para a confecção da planta topográfica.

Para tanto, foram utilizadas técnicas de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento, utilizando a imagem de Satélite do programa Google Earth e Sistemas de Informações Geográficas, como também foi utilizado o mapa de Teresina cedido pela Secretaria Municipal de Planejamento da Prefeitura de Teresina, para análise, interpretação e apresentação gráfica dos resultados.

Portanto, de posse da planta topográfica, imagens de satélite e mapa de Teresina, foi feito o processamento dos pontos na imagem de satélite utilizando o software Track Maker, e no mapa de Teresina, utilizando o software ArcView GIS, obtendo-se a localização das indústrias, para uma melhor visualização da área de estudo.

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

De acordo com a pesquisa bibliográfica e as informações obtidas com os formulários, foram diagnosticadas as atividades industriais da cidade, observando a atividade industrial desde a entrada de matéria-prima até a expedição do produto final.

Determinou-se todas as entradas para a operação e suas respectivas saídas, que no caso são os resíduos sólidos gerados. Os resíduos sólidos foram analisados quanto à sua origem (operação geradora) e quanto ao fator gerador (ação ou característica da matéria-prima, do equipamento e/ou ferramenta que contribuam para sua geração).

Através disso, utilizando-se da entrada e saída de cada processo e da informação dos volumes gerados, conseguiu-se identificar as áreas que eram geradoras de resíduos e se estas possuíam ou não controle sobre os mesmos.

Ressalta-se algumas limitações da pesquisa como a escassez de bibliografia específica relacionada à indústria da cidade de Teresina, a inexistência de cadastro industrial atualizado, como também resistência por parte do empresariado para atender e fornecer dados e informações. Isto se deve provavelmente por temer algo e desconfiar de fiscalização governamental.

Os empresários de um modo geral demoraram em definir datas para o recebimento da pesquisadora, dificultando a condição da pesquisa.

Neste trabalho procurou-se, traçar um perfil dos resíduos sólidos industriais de Teresina, compreendendo todos os ramos estabelecido na resolução CONAMA 313/02, sendo inventariadas indústrias de cada ramo, desde grande a pequeno porte.

### 3.1 Localização das Indústrias

As indústrias visitadas compreendem tanto a zona urbana como a zona rural de Teresina. Visualiza-se na Figura 3 a localização das indústrias representadas por pontos.



**Figura 3:** Distribuição espacial das Indústrias visitadas em Teresina, (A: Aterro Municipal).

### **3.2 Caracterização dos resíduos por ramos industriais**

Os resultados referentes à produção de resíduos sólidos são apresentados em termos médios de tonelada/ano por atividade produtiva.

As indústrias foram inventariadas em doze categorias, compreendendo os ramos estabelecidos na Resolução CONAMA 313/02.

Sendo assim, apresentam-se na Tabela 2, os dados obtidos na 1ª categoria da pesquisa realizada.

As indústrias inventariadas nessa 1ª categoria compreendem a atividade industrial Química (Fabricação de Embalagens Plásticas, Tubos e Mangueiras para irrigação, Fabricação de Borracha, Piscinas e Toboáguas, e Pias e Tanques).

Conforme a Tabela 2, essas indústrias são responsáveis pela geração de cerca de aproximadamente 524,336 toneladas de resíduos por ano.

Constatou-se que as etapas do processo de produção das atividades industriais nessa 1ª categoria foram basicamente às mesmas, não se distinguindo quanto ao porte do empreendimento, sendo a amostra subdividida em dois subgrupos:

- 1º subgrupo – Fabricação de Embalagens Plásticas e Tubos e Mangueiras para irrigação;
- 2º subgrupo – Fabricação de Borracha, Pias e Tanques de Mármore, e Piscinas e Toboáguas.

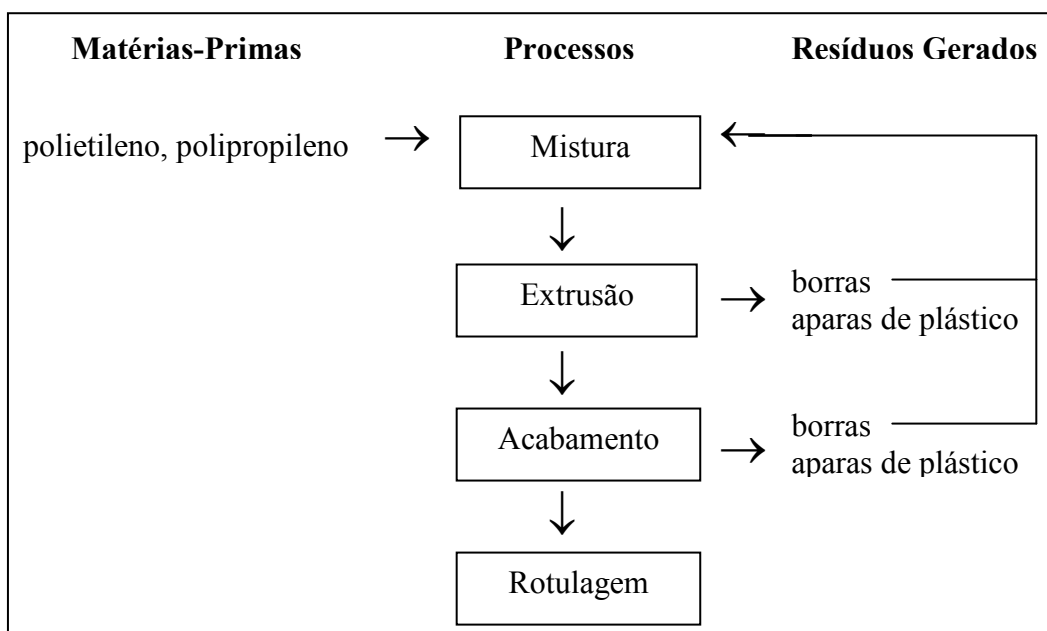
Com vistas ao entendimento das etapas do processo de produção desenvolvido nas indústrias inventariadas nessa 1ª categoria, descrevem-se as diferentes etapas.

**Tabela 2:** Indústrias Inventariadas do ramo químico (1ª categoria)

Indústria	Atividade Principal da Indústria	Descrição dos Resíduos	QTDE (t/ano)	Classe	Destinação	Armazenamento	Tratamento/Reutilização/Reciclagem/Disposição Final
Indústria A	Produção de Embalagens Plásticas	Aparas - Filmes e pequenas embalagens de plástico	316,8	II B	Na própria indústria	Sacos de rafia em piso impermeável, área coberta.	Reutilização para fabricação de outro produto
Indústria B	Fabricação de Embalagens Plásticas	Aparas - Filmes e pequenas embalagens de plástico	55,0	II B	Fora da indústria	Sacos de rafia em piso impermeável, área coberta.	Repassa o resíduo para a indústria de borracha, onde reutiliza na fabricação do seu produto
Indústria C	Fabricação de Tubos e Mangueiras para irrigação	Borras - pequenas embalagens de plástico	90,0	II B	Na própria indústria	Não armazena - Utilização imediata	Reutilização para fabricação do próprio produto
Indústria D	Fabricação de Borracha	Resíduo de borracha	54,0	II B	Na própria indústria	Não armazena - Utilização imediata	Reutilização para fabricação do próprio produto
		Pó da lixa - Pó da Borracha	8,40	II B	Na própria indústria	Não armazena - Utilização imediata	Reutilização para fabricação do próprio produto
Indústria E	Fabricação de Piscinas e Toboáguas	Pó de fibras de vidro	-	II A	Na própria indústria	Não armazena - Utilização imediata	Reutilização para fabricação de outro produto
		Artefatos de Metal - sucatas	-	II B	Sem destino definido	A granel - solo descoberto	
Indústria F	Fabricação de Pias e Tanques	Sobra de Mármore	0,136	II A	Fora da indústria	A granel - solo descoberto	Aterro Municipal

**Legenda:** Classe II A – Não Perigosos não-inertes, Classe II B – Não Perigosos Inertes.

**a.1) 1º Subgrupo – Fabricação de Embalagens Plásticas e Tubos e Mangueiras para irrigação:**



**Figura 4:** Fluxograma do Processo Produtivo nas indústrias de Fabricação de Embalagens Plásticas e Tubos e Mangueiras para irrigação, com identificação das matérias-primas (entrada) e resíduos gerados (saída).

A 1ª etapa caracteriza-se pela preparação do material e mistura da matéria-prima (polietileno, polipropileno) para a etapa seguinte. Na etapa 2 ocorre o processo de extrusão, que é a transformação da matéria-prima em filme para fabricar o produto. Nesta etapa já ocorre a geração de resíduos (borras / aparas de plástico), pois durante o processo de fabricação do filme gera sobras.

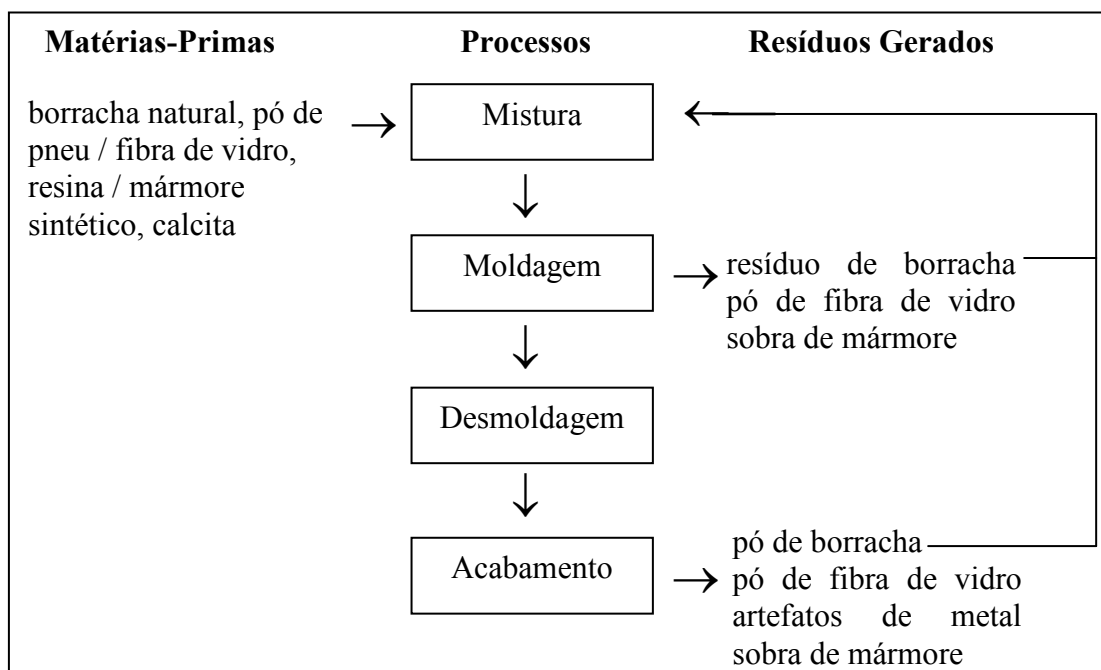
No caso das borras, esses resíduos são reutilizados na fabricação do próprio produto, sendo misturados a matéria-prima, tendo sua utilização imediata, e as aparas são realizadas um processo de beneficiamento em grânulos (Figura 5), onde são armazenados em sacos de rafia, em piso impermeável, área coberta, sendo que uma indústria (grande porte) reutiliza na fabricação de sacos de lixo e outra indústria (médio porte) destina o resíduo para uma indústria de borracha, onde reutiliza na fabricação de seu produto.



**Figura 5** – Processo de beneficiamento do resíduo da atividade química (Fabricação de embalagens plásticas)

Na etapa 3 tem-se o acabamento, onde transforma o filme no produto. Esta fase também gera resíduo (borras / aparas de plástico), no processo de corte do filme no produto e também quando o produto é fabricado defeituosamente, pois o mesmo é descartado. Nesta etapa os resíduos gerados são tratados da mesma forma que os resíduos gerados na etapa 2. A quarta etapa é o processo de impressão e rotulagem do produto.

#### a.2) 2º subgrupo – Fabricação de Borracha, Piscinas e Toboáguas, e Pias e Tanques de Mármore



**Figura 6:** Fluxograma do Processo Produtivo nas indústrias de Fabricação de Borracha, Piscinas e Toboáguas e Pias e Tanques de Mármore, com identificação das matérias-primas (entrada) e resíduos gerados (saída)

A 1ª etapa refere-se também a preparação e mistura da matéria-prima (borracha natural, pó de pneu / fibra de vidro, resina / mármore sintético, calcita) para a etapa seguinte.

A 2ª etapa é a moldagem onde se coloca a matéria-prima na forma, modelando o produto. Nesta etapa ocorre a geração de resíduo, pois no processo de moldagem é tirado o excesso da matéria-prima.

Na 3ª etapa tem-se a desmoldagem que na qual o produto é tirado da forma e a 4ª etapa é o acabamento, onde o produto é lixado, ocorrendo a geração de resíduo.

Os resíduos gerados (pó de borracha / pó de fibra de vidro / sobra de mármore / artefatos de metal) tanto na etapa 2 quanto na etapa 4, foi observado que no caso do pó de borracha, esses resíduos são reutilizados imediatamente na fabricação do próprio produto, sendo misturado a matéria-prima.

Com relação ao pó de fibras de vidro, uma indústria de pequeno porte, reutiliza seu resíduo na fabricação de filtros residenciais e uma indústria também de pequeno porte destina seu resíduo (sobras de mármore) para o aterro de Teresina - aterro controlado, sendo armazenado a granel em solo descoberto.

São descartado cerca de 136 kg/ano de fibras de mármore no aterro municipal, sendo que esse resíduo poderia ser reaproveitado conjuntamente com outras matérias-primas, em produção de peças artesanais, na fabricação de pisos e paredes, como também em fibras de tecido, deixando o produto até mais resistente e com mais qualidade (MAIMON, 1993).

Através desta atitude, reaproveitando, não estaria poluindo o meio ambiente, colocando em risco a vida da população, e ainda geraria um “lucro” para a empresa produtora com a venda desse material, e para a empresa receptora tendo matéria-prima mais barata.

Na indústria de fabricação de Piscina e Tobaágua (pequeno porte) na etapa 4, ocorre ainda a pintura do produto, e a realização do processo de sustentação das peças com artefatos de metal, gerando resíduos de artefatos de metal, sendo armazenados em área descoberta, sem destino definido.

Considerando esta amostra, o tipo de energia utilizada nessas indústrias para fabricação de seus produtos é a elétrica, tendo como gasto de energia uma média de aproximadamente 35.000 kW por ano e somente uma indústria que utiliza não só a elétrica como também a lenha em algumas máquinas.

Foi constatado que a maioria das indústrias inventariadas não desenvolve nenhum programa de responsabilidade sócioambiental e nem certificação ambiental, tendo apenas uma (grande porte), que possui a certificação de reciclagem, onde a mesma recicla os resíduos que compra de outras indústrias para a fabricação de seu produto.



Essas indústrias localizam-se no distrito industrial de Teresina, estando, contudo uma, de pequeno porte, localizada em área residencial.

## **b) Ramo dos minerais não-metálicos**

A categoria dos minerais não-metálicos é dividida em dois grupos: Cerâmica e Marmoraria.

### **b.1) Cerâmica**

Com relação ao ramo da cerâmica, apresentam-se na Tabela 3 a seguir, os resultados obtidos na 2ª categoria.

De acordo com a tabela 3 essas indústrias são responsáveis pela geração de cerca de 2.617,8 ton/ano de resíduos.

As etapas do processo de produção das atividades industriais nessa 2ª categoria também foram as mesmas, não se distinguindo quanto ao porte do empreendimento, utilizando a mesma matéria-prima (argila), já que compreende a fabricação do mesmo produto (Tijolos e Telhas). A Figura 7 apresenta as etapas do processo de produção. As etapas são:

A 1ª etapa consiste no armazenamento da matéria-prima (argila) no caixão alimentador. A 2ª etapa é o processo onde a matéria-prima é levada por uma esteira ao desintegrador, uma máquina que tritura os torrões da argila para a etapa seguinte.

Na 3ª etapa têm-se o laminador, na qual lamina a argila deixando-a fina. Na 4ª etapa, através de uma esteira a matéria-prima é levada para o misturador, onde ocorre a mistura da argila com água.

**Tabela 3:** Indústrias Inventariadas da atividade cerâmica (2ª categoria)

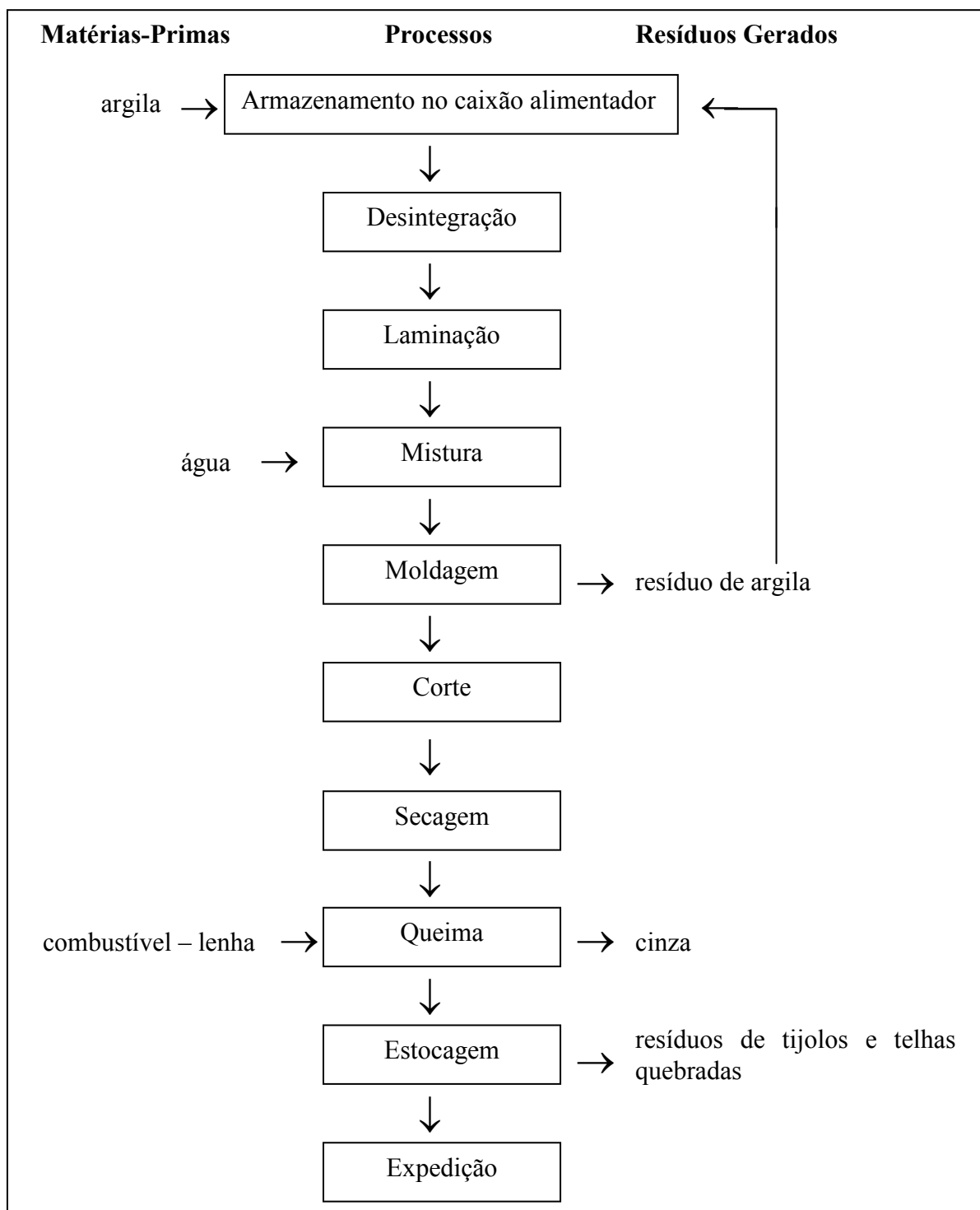
Indústria	Atividade Principal da Indústria	Descrição dos Resíduos	QTDE (t/ano)	Classe	Destinação	Armazenamento	Tratamento/Reutilização/Reciclagem//Disposição Final
Indústria A	Fabricação de Tijolos	Resíduo de argila (Tijolos “verdes”)	396,0	II A	Na própria indústria	A granel em solo descoberto	Reutilização para fabricação do próprio produto
		Tijolos quebrados	144,0	II B	Na própria e Fora da indústria	A granel em solo descoberto	Reutilização como entulho; Doação para a população onde reutiliza como entulho
		Cinzas	35,0	II A	Fora da indústria	A granel em solo descoberto	Doação para a população onde reutiliza nas plantações
Indústria B	Fabricação de Tijolos	Resíduo de argila (Tijolos “verdes”)	-	II A	Na própria indústria	A granel em solo descoberto	Reutilização para fabricação do próprio produto
		Tijolos quebrados	672,0	II B	Na própria e Fora da indústria	A granel em solo descoberto	Reutilização como entulho; Doação para a população onde reutiliza como entulho
		Cinzas	70,0	II A	Fora da indústria	A granel em solo descoberto	Doação para a população onde reutiliza nas plantações
Indústria C	Fabricação de Tijolos e Telhas	Resíduo de argila (Tijolos e Telhas “verdes”)	111,0	II A	Na própria indústria	A granel em solo descoberto	Reutilização para fabricação do próprio produto

continua

continuação

		Tijolos e Telhas quebradas	34,4	II B	Na própria e fora da indústria	A granel em solo descoberto	Reutilização como entulho; Doação para a população onde reutiliza como entulho
		Cinzas	30,0	II A	Fora da indústria	A granel em solo descoberto	Doação para a população onde reutiliza nas plantações
Indústria D	Fabricação de Tijolos e Telhas	Resíduo de argila (Tijolos e Telhas “verdes”)	-	II A	Na própria indústria	A granel em solo descoberto	Reutilização para fabricação do próprio produto
		Tijolos e Telhas quebradas	353,6	II B	Na própria e fora da indústria	A granel em solo descoberto	Reutilização como entulho; Doação para a população onde reutiliza como entulho
		Cinzas	45,0	II A	Fora da indústria	A granel em solo descoberto	Doação para a população onde reutiliza nas plantações
Indústria E	Fabricação de Tijolos e Telhas	Resíduo de argila (Tijolos e Telhas “verdes”)	446,4	II A	Na própria indústria	A granel em solo descoberto	Reutilização para fabricação do próprio produto
		Tijolos e Telhas quebradas	230,4	II B	Na própria e fora da indústria	A granel em solo descoberto	Reutilização como entulho; Doação para a população onde reutiliza como entulho
		Cinzas	50,0	II A	Fora da indústria	A granel em solo descoberto	Doação para a população onde reutiliza nas plantações

**Legenda:** Classe II A – Não Perigosos não-inertes, Classe II B – Não Perigosos Inertes.



**Figura 7:** Fluxograma do Processo Produtivo nas indústrias de Cerâmica, com identificação das matérias-primas (entrada) e resíduos gerados (saída)

A 5ª etapa refere-se ao processo de moldagem do produto no formato desejado. Nesta fase já ocorre a geração de resíduos de argila, quando o produto é moldado defeituosamente (ver Figura 8 e Figura 9).



**Figura 8** – Maromba: fabricação do tijolo da atividade cerâmica



**Figura 9** – Maromba: fabricação da telha da atividade cerâmica

Esses resíduos são reutilizados na fabricação do próprio produto, pois ainda não ocorreu o processo de queima e são considerados “verdes”, sendo, portanto misturado com a matéria-prima, sendo depositado a granel em solo descoberto, conforme mostra a Figura 10.



**Figura 10** – Resíduo reaproveitado e misturado com a matéria-prima da atividade cerâmica

De acordo com a Tabela 3, essas indústrias geram cerca de 953,4 t/ano de resíduos que podem ser reaproveitados na fabricação do próprio produto.

Na 6ª etapa têm-se a cortadeira, onde ocorre o corte do molde para a fabricação do produto.

Após a moldagem e corte do produto, realiza-se a secagem do produto. Nas indústrias de médio e pequeno porte, seca-se de modo natural, em galpão coberto, levando de três a seis dias para secar dependendo do período do ano, período de estiagem e período chuvoso respectivamente, e as de grande porte, secam seus produtos em galpões com exaustores, levando aproximadamente 15 horas para a sua secagem.

A 8ª etapa consiste na queima do produto para posterior comercialização ocorrendo a geração de resíduo durante o processo de queima, pois o produto é queimado em fornos a lenha, gerando cinzas.

Foi observado na pesquisa uma geração de 230 toneladas de cinzas por ano. As cinzas são doadas para a população próxima ao local, onde as mesmas utilizam como adubo para suas plantações. As cinzas apresentam em sua composição química, nutrientes, além de bases capazes de neutralizar a acidez do solo, tendo um efeito fertilizante e/ou corretivo do solo.

Porém essa prática deve ser monitorada, pois o excesso de nutrientes ou uma correção do solo sem necessidade prejudica o solo e o desenvolvimento da cultura. O excesso das cinzas no solo também facilita o carreamento através da irrigação ou das chuvas, ao curso d'água, comprometendo a qualidade da mesma (FONTES, 1995).

Portanto, é importante considerar a quantidade de nutrientes, a qualidade da fonte, o tempo e a necessidade de sua realização.

Contudo para que essa prática seja 100% viável deve-se analisar a área, as características químicas do solo, como também as características da própria cinza.

Depois do processo de queima têm-se a etapa 9, que se refere ao depósito do produto no pátio para a sua comercialização. Nesta fase também ocorre a geração de resíduos, pois durante o processo de manuseio, alguns produtos são quebrados (Figura 11).





**Figura 11** – Forma que o produto é depositado para comercialização

Contudo os resíduos gerados nesta etapa não podem ser mais reutilizados na fabricação do próprio produto, pois já ocorreu o processo de queima, sendo reutilizados como entulho tanto na própria fábrica, como também são doados para a população vizinha local, sendo depositado (o resíduo) em área exposta / descoberta (ver Figuras 12 e 13). São gerados cerca de 1.434,4 t/ano de tijolos e telhas quebradas.



**Figura 12** – Resíduo sendo reutilizado como entulho dentro da própria fábrica



**Figura 13** – Resíduo depositado a céu aberto, para doação

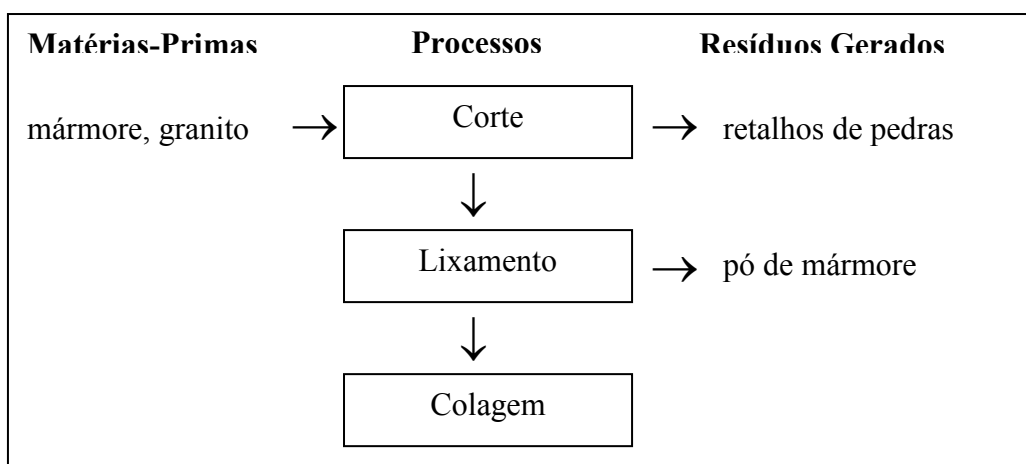
Constatou-se nessa amostra que o tipo de energia utilizada é a lenha, sendo usada cerca de aproximadamente 123.840 m<sup>3</sup> / ano por forno. As indústrias possuem em média 12 fornos e a lenha é comprada nos Estado de Piauí e Maranhão.

A matéria-prima – argila, na maioria das indústrias é comprada na cidade de Teresina, nos bairros Poti Velho e Santa Maria da Codipi, sendo que apenas uma empresa, extrai essa matéria-prima no terreno da própria fábrica.

Foi observado que todas as indústrias inventariadas nessa amostra não desenvolvem nenhum programa de responsabilidade sócioambiental e nem certificação ambiental. As indústrias dessa 2ª categoria localizam-se na zona rural de Teresina, abrangendo tanto a zona norte, como a zona sul da cidade.

## b.2) Marmoraria

Quanto a atividade de Marmoraria a Tabela 4 apresenta os resultados obtidos. Essas indústrias são responsáveis pela geração de 103,2 t/ano de resíduos. Nesta atividade também não há distinção das etapas do processo de produção quanto ao porte do empreendimento. São apenas três etapas no processo de produção de acordo com a figura 14 abaixo.



**Figura 14:** Fluxograma do Processo Produtivo nas indústrias da atividade de Marmoraria, com identificação das matérias-primas (entrada) e resíduos gerados (saída)

A 1ª etapa é o corte da matéria-prima (mármore e/ou granito), no tamanho e formato desejado para a fabricação do produto. A 2ª etapa é o lixamento das peças deixando-as com o formato suave. A 3ª etapa é a colagem das peças para fabricação do produto final.

Nas duas primeiras etapas geram resíduos como “sobras” de pedras no corte da matéria-prima (Figura 15) e o pó de mármore, que é gerado no processo de lixamento.



**Tabela 4:** Indústrias Inventariadas do ramo Marmoraria (3ª categoria)

Indústria	Atividade Principal da Indústria	Descrição dos Resíduos	QTDE (t/ano)	Classe	Destinação	Armazenamento	Tratamento/Reutilização/Reciclagem//Disposição Final
Indústria A	Beneficiamento de Mármore e Granito	Retalhos de Pedra	3,6	II B	Fora da indústria	A granel em solo descoberto	Vende o resíduo para outra indústria, onde reutiliza na construção de calçadas
		Pó de mármore	12,0	II A	Fora da indústria	A granel em solo descoberto	Aterro Municipal
Indústria B	Beneficiamento de Mármore e Granito	Retalhos de Pedra	3,6	II B	Fora da indústria	A granel em solo descoberto	Vende o resíduo para outra indústria, onde reutiliza na construção de calçadas
		Pó de mármore	12,0	II A	Fora da indústria	A granel em solo descoberto	Aterro Municipal
Indústria C	Beneficiamento de Mármore e Granito	Retalhos de Pedra	12,0	II B	Fora da indústria	A granel em solo descoberto	Vende o resíduo para outra indústria, onde reutiliza na construção de calçadas
		Pó de mármore	21,6	II A	Fora da indústria	A granel em solo descoberto	Vende o resíduo para outra indústria, onde reutiliza na construção de cimento
Indústria D	Beneficiamento de Mármore e Granito	Retalhos de Pedra	14,4	II B	Fora da indústria	A granel em solo descoberto	Vende o resíduo para outra indústria, onde reutiliza na construção de calçada
		Pó de mármore	24,0	II A	Fora da indústria	A granel em solo descoberto	Aterro Municipal

**Legenda:** Classe II A – Não Perigosos não-inertes, Classe II B – Não Perigosos Inertes.



**Figura 15** – Resíduo (retalho de pedra) da atividade marmoraria

São geradas cerca de 33,6 t/ano de resíduo de pedras, sendo armazenados a granel em solo descoberto. Todas as indústrias vendem esse resíduo, sendo o mesmo reaproveitado por outras indústrias na construção de calçadas. Com relação ao pó de mármore são gerados cerca de 69,6 t/ano, sendo que somente uma indústria (médio porte) vende esse resíduo, que é reaproveitado na fabricação de cimento, e as demais indústrias descartam o resíduo como lixo domiciliar, com destino ao aterro municipal, destinação esta inapropriada, causando com isso poluição no meio ambiente, e consequentemente a saúde da população. Este pó pode ser inalado pela população causando problemas respiratórios tais como tuberculose pulmonar e silicose. A silicose é a mais importante das pneumoconioses entendidas como:

O acúmulo de poeira nos pulmões e as reações teciduais provocadas pela sua presença. É uma doença crônica, e que devido à componente fisiopatogênico auto-imune evolui irreversivelmente, não existindo tratamento específico. O resultado final é uma persistente falta de ar, riscos de infecção e complicações cardiovasculares (BRASIL, 1980).

O tipo de energia utilizada nessas indústrias é a elétrica, tendo como gasto de energia uma média de aproximadamente 8.400 kW por ano. Observou-se que essas indústrias não desenvolvem nenhum programa de responsabilidade sócioambiental e nem certificação ambiental e localizam-se na zona residencial de Teresina, estando uma (médio porte), localizada no distrito industrial.

### **c) Atividade metalúrgica**

Na atividade metalúrgica, apresentam-se, na Tabela 5, os resultados obtidos.

**Tabela 5:** Indústrias Inventariadas da atividade metalúrgica (4ª categoria)

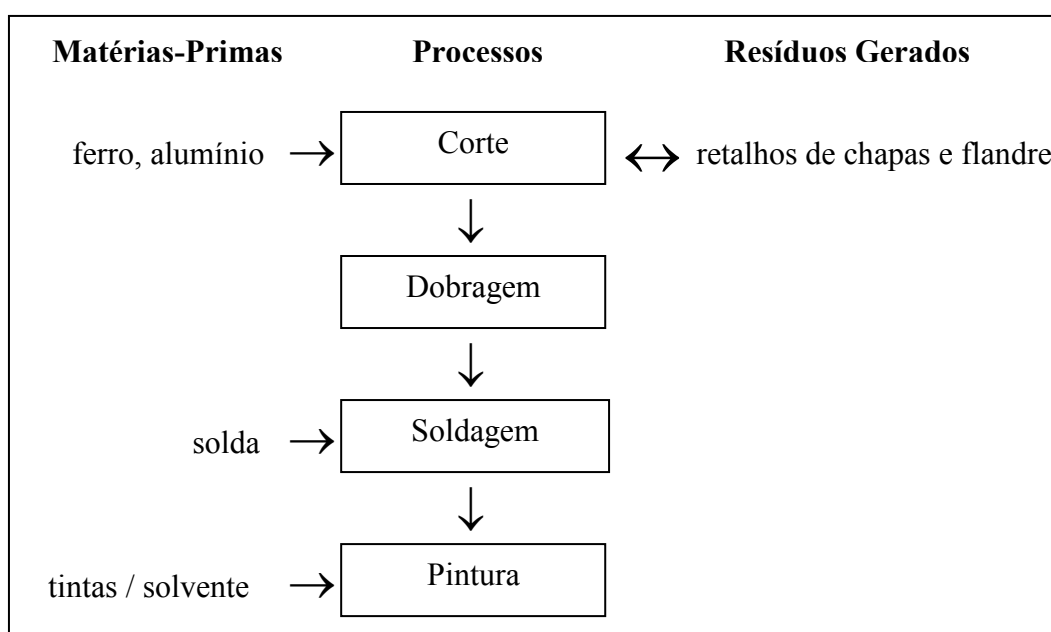
<b>Indústria</b>	<b>Atividade Principal da Indústria</b>	<b>Descrição dos Resíduos</b>	<b>QTDE (t/ano)</b>	<b>Classe</b>	<b>Destinação</b>	<b>Armazenamento</b>	<b>Tratamento/Reutilização/Reciclagem//Disposição Final</b>
Indústria A	Fabricação de Artefatos Metalúrgicos	Retalhos de chapa e Flandres	-	II B	Na própria e fora da indústria	A granel em solo coberto	Reaproveita na fabricação de peças menores; Vende o resíduo para sucatas
Indústria B	Fabricação de Portas e Janelas	Retalhos de chapa e Flandres	-	II B	Na própria e fora da indústria	A granel em solo coberto	Reaproveita na fabricação de peças menores; Vende o resíduo para sucatas
Indústria C	Fabricação de Galpão e Esquadria de Ferro	Retalhos de chapa e Flandres	-	II B	Na própria e fora da indústria	A granel em solo coberto	Reaproveita na fabricação de peças menores; Vende o resíduo para sucatas

**Legenda:** Classe II B – Não Perigosos Inertes.

Nesta atividade não foi possível obter informações sobre a quantidade de resíduos gerados, já que a produção se faz de acordo com pedidos. Com isso não se tem o controle dos resíduos gerados, por não ser uma produção contínua.

Além disso, os responsáveis técnicos não quiseram dar informações das suas produções anteriores, afirmando que não é possível falar em quantidade de produção, pois tem meses que produzem muito, e meses de baixa produção, ficando a análise quantitativa a desejar.

As etapas do processo de produção da atividade metalúrgica são apresentadas, e se distinguem de acordo com o porte do empreendimento. As etapas são (Figura 16):



**Figura 16:** Fluxograma do Processo Produtivo da atividade Metalúrgica, com identificação das matérias-primas (entrada) e resíduos gerados (saída)

A Etapa 1, ocorre o corte da matéria-prima (ferro e/ou alumínio), para produção de peças. Nesta fase ocorre a geração de resíduos, pois no processo de corte são gerados retalhos de chapa e flandre. Alguns são reaproveitados na fabricação de peças menores, e outros são descartados, sendo armazenados a granel em solo coberto, para serem vendidos para sucatas (Figuras 17 e 18).



**Figura 17** – Resíduo que é reutilizado na fabricação de peças menores



**Figura 18** – Resíduo que é descartado para venda à sucatas

A 2ª etapa consiste no processo de dobra das peças para fabricação do produto. É nesta etapa que a indústria de pequeno porte se diferencia, pois a mesma não a realiza, comprando as peças já dobradas. A máquina que realiza este processo é considerada de elevado custo, sendo inviável para uma empresa de pequeno porte. Na 3ª etapa ocorre a soldagem das peças, juntando as partes desejadas para fabricar o produto final. A última etapa é o processo de pintura do produto.

Foi constatado que nessa categoria, o tipo de energia utilizada é a elétrica. Essas indústrias não desenvolvem nenhum programa de responsabilidade sócioambiental e nem certificação ambiental, e localizam-se no distrito industrial de Teresina, estando somente uma, de pequeno porte, localizada em zona residencial.

#### **d) Ramo gráfico**

No tocante à atividade gráfica a Tabela 6 mostra as indústrias inventariadas na 5ª categoria. As dificuldades sobre a quantidade de resíduos gerados nesta categoria foram semelhantes à atividade metalúrgica, não sendo possível obter informações referentes aos resíduos gerados, pois não se tem o controle dos mesmos.

Essa atividade também só produz por encomenda, de acordo com pedidos. As etapas do processo de produção também variam de acordo com o porte do empreendimento.

**Tabela 6:** Indústrias Inventariadas do ramo gráfico (5ª categoria)

<b>Indústria</b>	<b>Atividade Principal da Indústria</b>	<b>Descrição dos Resíduos</b>	<b>QTDE (t/ano)</b>	<b>Classe</b>	<b>Destinação</b>	<b>Armazenamento</b>	<b>Tratamento/Reutilização/Reciclagem//Disposição Final</b>
Indústria A	Arte gráfica em geral	Papel impresso errado	-	II A	Fora da indústria	Sacos plásticos em piso impermeável, área coberta.	Doação para Associação dos Cegos do Piauí
		Produtos químicos (Revelador, Fixador, Restaurativo)	-	I	Fora da indústria	Tambores de plástico em piso impermeável, área coberta	Lançamento na sarjeta
		Chapa de Alumínio	-	I	Fora da indústria	A granel em solo coberto	Aterro Municipal
		Aparas	-	II A	Fora da indústria	Sacos plásticos em piso impermeável, área coberta	Doação para Associação dos Cegos do Piauí
Indústria B	Arte gráfica em geral	Filme impresso errado	-	I	Fora da indústria	Tambor aberto em piso impermeável, área coberta	Aterro Municipal
		Produtos químicos (Revelador, Fixador, Restaurativo)	-	I	Fora da indústria	Tambor de plástico em piso impermeável, área coberta	Lançamento na sarjeta
		Chapa de Alumínio	-	I	Fora da indústria	A granel em solo coberto	Vende o resíduo para sucatas

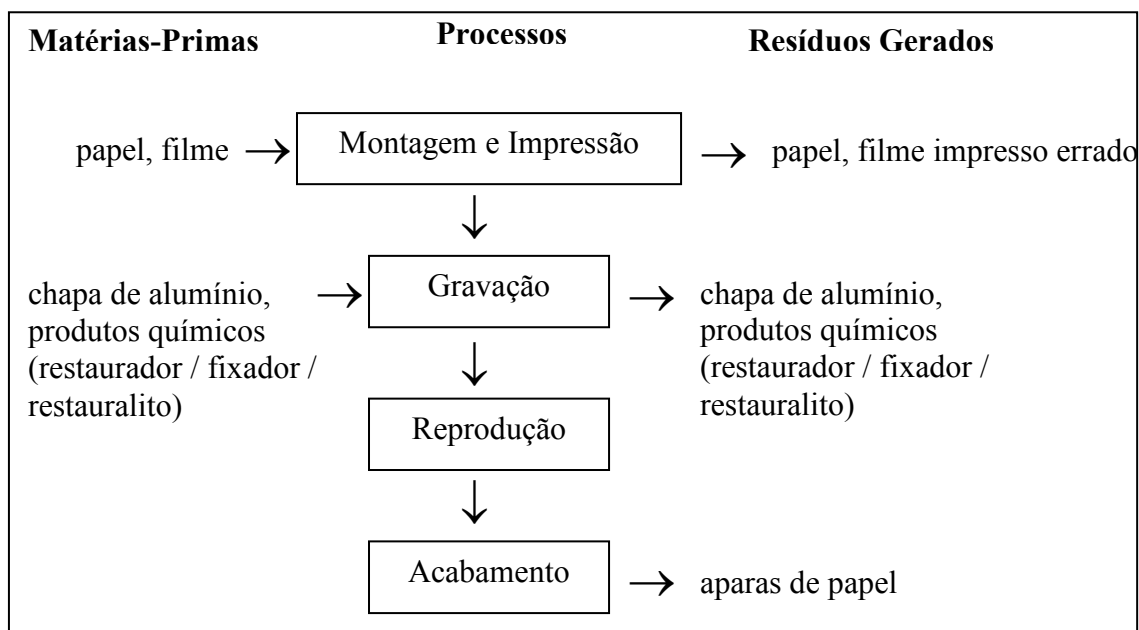
continua

continuação

		Aparas	-	II A	Fora da indústria	Sacos plásticos em piso impermeável, área coberta	Doação para Associação dos Cegos do Piauí
Indústria C	Arte gráfica em geral Arte gráfica em geral	Produtos químicos (Revelador, Fixador, Restaurativo)	-	I	Fora da indústria	Tambor de plástico em piso impermeável, área coberta	Lançamento na sarjeta
		Chapa de Alumínio	-	I	Fora da indústria	A granel em solo coberto	Vende o resíduo para sucatas
		Aparas	-	II A	Fora da indústria	Sacos plásticos em piso impermeável, área coberta	Doação para Associação dos Cegos do Piauí

**Legenda:** Classe I – Perigosos, Classe II A – Não Perigosos não-inertes.

A Figura 19 apresenta as etapas do processo de produção.



**Figura 19:** Fluxograma do Processo Produtivo nas indústrias da atividade Gráfica, com identificação das matérias-primas (entrada) e resíduos gerados (saída)

Na gráfica de pequeno porte a 1ª etapa é o processo de montagem, onde se monta a arte desejada com papel vegetal, sendo um processo artesanal. Nessa fase gera resíduo quando o papel é impresso errado. Após a montagem ocorre a gravação da arte na chapa de alumínio (2ª etapa). Já na gráfica de médio porte a 1ª etapa é o processo de fotolito, a qual consiste na impressão da arte no filme. Deixa de ser processo artesanal. Ocorre também a geração de resíduo quando o filme é impresso errado. Em seguida, grava-se a arte do filme na chapa de alumínio (2ª etapa). Na gráfica de grande porte não se realiza mais essa primeira etapa, tanto da pequena como da empresa de médio porte, pois a produção da gráfica de grande porte já se inicia a partir da segunda etapa, que é a gravação da arte direto na chapa de alumínio, em um processo computadorizado.

Na 2ª etapa gera-se um resíduo químico, pois para se gravar na chapa de alumínio, são utilizados produtos químicos como revelador, fixador e restaurativo, como também gera-se a própria chapa de alumínio, que são arquivadas por um período de seis meses, e depois descartadas. Em seguida da gravação da chapa ocorre a reprodução da arte no papel. A última fase do processo é o acabamento, onde ocorre o corte do papel, do tamanho desejado gerando o resíduo de aparas de papel.

Foi observado nessa amostra que as aparas geradas são em todas as gráficas armazenadas em sacos plásticos fechados (Figura 20), para serem doados à Associação dos Cegos do Piauí (ACEP). Na ACEP o papel é vendido para depósitos de reciclagem.





**Figura 20** – Resíduo (aparas de papel) armazenado para posterior doação

A ACEP desenvolve trabalho de inclusão social de pessoas deficientes visuais do Estado, principalmente através da educação, em prol da solidariedade e perseverança. A ACEP conta com concessão de professores da rede municipal de ensino, além de material de apoio e recursos para a área de assistência social. O Decreto 5.940 de 25 de outubro de 2006, estabelece que os órgãos e entidades da administração pública federal direta e indireta deverão separar os resíduos recicláveis na fonte geradora e destiná-los as associações e cooperativas dos catadores de materiais recicláveis.

O resíduo “filme” que foi constatado na indústria de médio porte, fica armazenado em tambor aberto, para posterior descarte no coletor de lixo domiciliar, com destino ao aterro municipal. Este filme é composto de substâncias de prata, um resíduo químico que necessita ser disposto adequadamente. Foi observado que a chapa de alumínio, na maioria das indústrias, após um período arquivada, é vendida para sucatas. Contudo, observou-se que uma indústria (pequeno porte) descarta essa chapa num coletor de lixo domiciliar. Tanto a prata quanto alumínio usado na indústria gráfica, quando dispostos inadequadamente e lançados à água em valores superior ao permitido, provocam impacto no solo e nos recursos hídricos e são absorvidos pelos tecidos animais e vegetais, podendo causar problemas à saúde (VON SPERLING, 1996). Essas substâncias não podem ser descartadas como resíduo domiciliar, pois é proibido por lei. Poderiam ser reaproveitadas e vendidas, já que são 100% recicláveis.

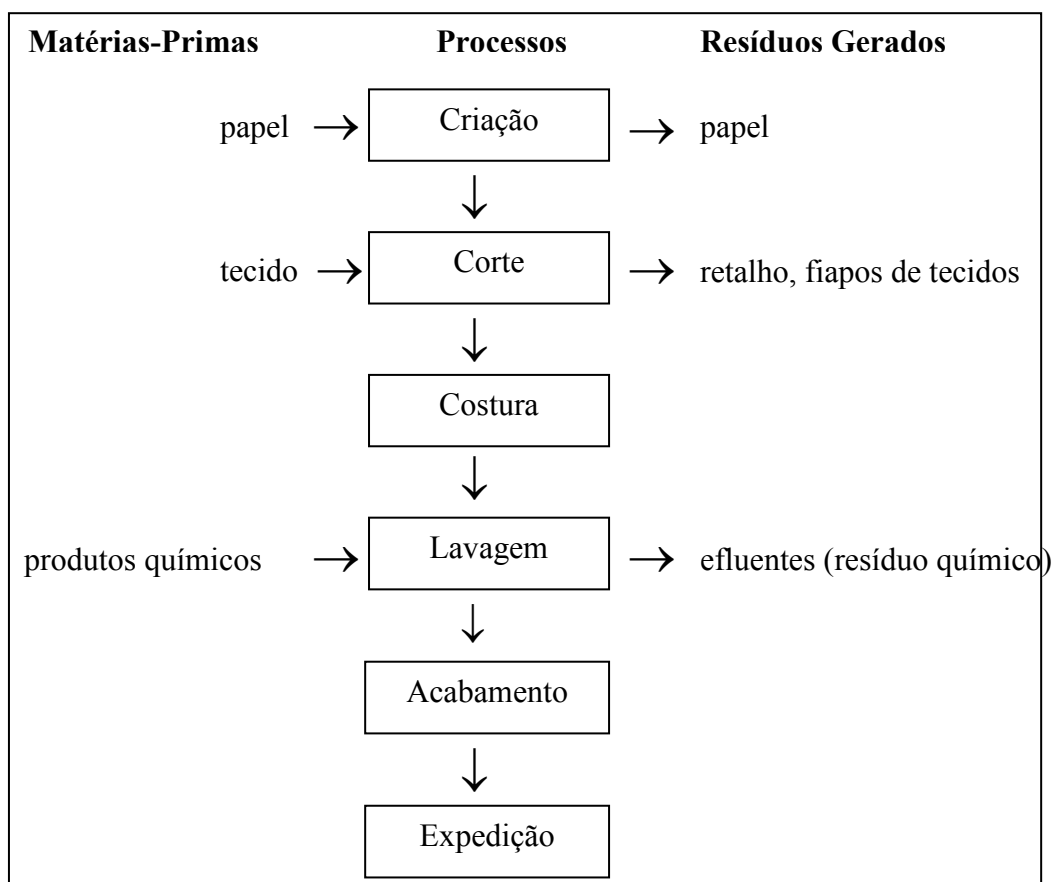
Com relação aos produtos químicos (revelador, fixador, restauralito), observa-se na Tabela 6, que as indústrias armazenam em tambores de plástico e descartam esse resíduo líquido na sarjeta, uma canalização de águas pluviais com destino aos cursos d’água. Essas substâncias lançadas na água alteram os parâmetros físicos e químicos, comprometendo a sua qualidade. Essa destinação é totalmente inapropriada, pois esses produtos são altamente

tóxicos e corrosivos, causando problemas à saúde humana tais como: problemas nos olhos, irritação e reações alérgicas na pele, problemas respiratórios, entre outros. Apenas uma indústria (grande porte), vende o fixador para uma empresa de reciclagem do produto.

Considerando esta amostra não foi possível analisar quantitativamente os resíduos gerados, porém foi possível identificar os tipos de resíduos, e avaliar a sua destinação, na qual são consideradas inadequadas, podendo causar impactos negativos ao meio ambiente e à população. Essas indústrias não desenvolvem nenhum programa de responsabilidade sócioambiental e nem certificação ambiental, e localizam-se em zona residencial.

#### e) Ramo confecções

Quanto ao ramo de confecções, mostra-se na Tabela 7, as informações obtidas na 6ª categoria. Essas indústrias são responsáveis pela geração de 274,2 toneladas/ano de resíduos. Observa-se que as etapas do processo de produção se distinguem de acordo com o porte do empreendimento. As etapas compreendem (Figura 21):



**Figura 21:** Fluxograma do Processo Produtivo nas indústrias de Fabricação de roupas, com identificação das matérias-primas (entrada) e resíduos gerados (saída)

**Tabela 7:** Indústrias Inventariadas do ramo de confecções (6ª categoria)

Indústria	Atividade Principal da Indústria	Descrição dos Resíduos	QTDE (t/ano)	Classe	Destinação	Armazenamento	Tratamento/Reutilização/Reciclagem//Disposição Final
Indústria A	Fabricação de roupa	Retalho/fiapos de tecido	24	II B	Fora da indústria	Tambor de plástico em piso impermeável, área coberta	Aterro Municipal
		Papel	3	II B	Fora da indústria	Tambor de metal em piso impermeável, área coberta	Aterro Municipal
Indústria B	Fabricação de roupa	Retalho/fiapos de tecido	60	II B	Fora da indústria	Tambor de plástico em piso impermeável, área coberta	Repassa para associações e penitenciária
		Papel	8	II B	Fora da indústria	Tambor de metal em piso impermeável, área coberta	Repassa para associações e penitenciária
		Resíduo químico	-	I	Fora da indústria	Lagoa sem impermeabilização	Lançamento na sarjeta
Indústria C	Fabricação de roupa	Retalho/fiapos de tecido	-	II B	Fora da indústria	Tambor de plástico em piso impermeável, área coberta	Doação para a população vizinha
		Papel	-	II B	Fora da indústria	Tambor de metal	Doação para a população vizinha
		Resíduos químico	-	I	Na própria indústria	Lagoa com impermeabilização	Tratamento químico

continua

continuação

		Lodo	40	I	Fora da indústria	A granel em solo coberto	Aterro Municipal
Indústria D	Fabricação de roupa	Retalho/fiapos de tecido	120	II B	Fora da indústria	Caixote de madeira em piso impermeável, área coberta	Repassa para outra indústria onde reutiliza na fabricação do seu produto
		Papel	19,2	II B	Fora da indústria	Caixote de madeira em piso impermeável, área coberta	Vende o resíduo para reciclagem
		Resíduo químico	-	I	Fora da indústria	Lagoa sem impermeabilização	Lançamento na sarjeta

**Legenda:** Classe I – Perigosos, Classe II B – Não Perigosos Inertes.

A 1ª etapa caracteriza-se pela criação da peça, onde a mesma é desenhada num papel. Após a confecção dos moldes, monta-se o protótipo, e depois de aprovado, encaminha-se para posterior corte da peça. Nesta etapa já ocorre a geração de resíduo, representado pelo papel que é descartado após o processo de corte da peça. Os resíduos de papel são armazenados em caixotes de madeira, e tambores metálicos (Figura 22), sendo que, duas indústrias doam para instituições, penitenciária e população vizinha, uma indústria de grande porte vende o papel para reciclagem e uma indústria de pequeno porte descarta como lixo domiciliar, com destino ao aterro municipal.



**Figura 22** – Resíduos de papel da atividade confecções

A 2ª etapa consiste no processo de corte da peça sendo retalho e fiapos de tecido os resíduos gerados (Figura 23). Esses resíduos são reaproveitados, sendo também armazenados em caixotes de madeira e tambores de plástico, sendo que uma indústria (grande porte) encaminha os mesmos para outra indústria (fabricação de Móveis), onde reutiliza na fabricação de seus produtos. Uma indústria de médio porte repassa os resíduos para associações e penitenciárias, onde reutilizam na fabricação de tapetes e produtos artesanais. Por fim uma indústria grande porte doa para a população vizinha e uma indústria, de pequeno porte, descarta o resíduo no coletor de lixo domiciliar.



**Figura 23** – Resíduos (fiapos e retalhos de tecido) da atividade confecções

A etapa 3 consiste no processo de costura e montagem da peça. A etapa seguinte refere-se a lavagem das peças com produtos químicos, para atingir a maciez e diferenciação de cor desejada. É nesta etapa que a indústria de pequeno porte se diferencia das demais, pois a mesma não a realiza, terceirizando o serviço. Pode se constatar que no processo de lavagem apenas uma indústria de grande porte possui sistema de tratamento próprio (Figura 24), onde é realizado o tratamento da água antes de ser lançado no curso d'água mais próximo, que é uma lagoa próxima ao local. O lodo (40 t) proveniente da lagoa de tratamento é destinado ao aterro municipal. Duas indústrias (uma grande e uma média), após o processo de lavagem, lançam essas águas residuárias, sem tratamento algum, diretamente na sarjeta, com destino ao curso d'água mais próximo.



**Figura 24** – Sistema de tratamento da água residuária da atividade confecções

O processo de lavagem utiliza-se produtos químicos tais como cloro, amaciante, detergente, neutralizante, permanganato de sódio, dentre outros, que são tóxicos e corrosivos. O seu descarte no curso d'água sem tratamento altera a qualidade da água, comprometendo-a, podendo causar sérios problemas de saúde na população e modificando a biota aquática. A última etapa do processo é o acabamento, onde as peças são passadas para posterior comercialização.

As indústrias de confecções se preocupam somente com os resíduos sólidos, deixando a desejar, um tratamento mais correto dos resíduos líquidos. Essas indústrias não desenvolvem nenhum programa de responsabilidade sócioambiental e nem certificação ambiental e localizam-se em zona residencial, estando uma (médio porte), localizada no distrito industrial. Foi observado que o tipo de energia utilizada nessas indústrias é a elétrica, tendo como gasto de energia uma média de aproximadamente 96.000 kW por ano.

#### **f) Ramo Móveis**

No que se refere ao ramo de móveis a Tabela 8, apresenta as indústrias inventariadas nesta categoria.

**Tabela 8:** Indústrias Inventariadas do ramo móveis (7ª categoria)

Indústria	Atividade Principal da Indústria	Descrição dos Resíduos	QTDE (t/ano)	Classe	Destinação	Armazenamento	Tratamento/Reutilização/Reciclagem
Indústria A	Fabricação de móveis	Pó da madeira	-	II A	Fora da indústria	A granel em solo descoberto	Repassa para as granjas
		Artefatos de madeira	-	II A	Na própria indústria	A granel em solo descoberto	Queima
Indústria B	Fabricação de móveis	Pó da madeira	0,09	II A	Na própria indústria	A granel em solo descoberto	Queima
		Artefatos de madeira	-	II A	Na própria indústria	A granel em solo descoberto	Queima
Indústria C	Fabricação de móveis e estofados de sofá	Pó da madeira	0,129	II A	Fora da indústria	Caixotes de madeira em piso impermeável, área coberta	Vende o resíduo para as indústrias de cerâmica, onde reutilizam como lenha.
		Artefatos de madeira	-	II A	Fora da indústria	Caixotes de madeira em piso impermeável, área coberta	Vende o resíduo para as indústrias de cerâmica, onde reutilizam como lenha
		Borra Tóxica	-	I	Fora da indústria	Solo descoberto	Aterro Municipal
		Flocos	0,36	II A	Fora da indústria	Sacos plásticos fechados em piso impermeável, área coberta	Vende o resíduo para uma indústria que reutiliza na fabricação de seu produto

continua

continuação

		Tecido	-	II A	Na indústria própria	Caixotes de madeira em piso impermeável, área coberta	Reutilização para revestimento
Indústria D	Fabricação de móveis e colchões	Pó da madeira	-	II A	Na indústria própria	Galpão fechado	Reutilização para fabricação de outro produto- lenha
		Artefatos de madeira	-	II A	Na indústria própria	Caixotes metálico em piso impermeável, área coberta	Reutilização para fabricação de outro produto- lenha
		Borra Tóxica	-	I	Fora da indústria	Solo descoberto	Queima
		Flocos	10	II A	Na indústria própria	Sacos plásticos fechados em piso impermeável, área coberta	Reutilização para fabricação do próprio produto
		Tecido	9,6	II A	Na indústria própria	Caixotes de madeira em piso impermeável, área coberta	Reutilização para revestimento
		Plástico	7,2	II B	Fora da indústria	Sacos plásticos fechados em piso impermeável, área coberta	Vende o resíduo para reciclagem

**Legenda:** Classe I – Perigosos, Classe II A – Não Perigosos não-inertes, Classe II B – Não Perigosos Inertes.



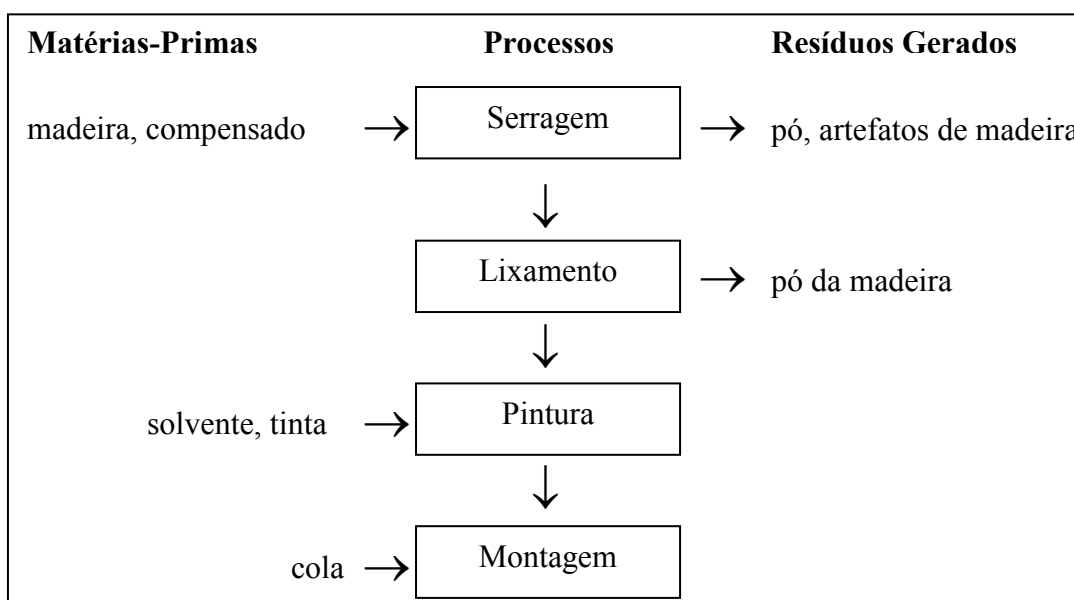
Observando a Tabela 8, as indústrias inventariadas na 7ª categoria compreende a atividade industrial de móveis. Essas indústrias são responsáveis pela geração de aproximadamente 27,4 toneladas de resíduos por ano.

Observou-se que nessa amostra não há distinção nas etapas do processo de produção, não se distinguindo quanto ao porte do empreendimento, sendo a amostra subdividida em dois subgrupo:

- 1º subgrupo – Fabricação de Móveis;
- 2º subgrupo – Fabricação de Colchões e Estofados).

As etapas da fabricação de móveis consistem (Figura 25):

#### f.1) Fabricação de Móveis



**Figura 25:** Fluxograma do Processo Produtivo nas indústrias de Fabricação de Móveis, com identificação das matérias-primas (entrada) e resíduos gerados (saída)

A Etapa 1 caracteriza-se pela serragem da matéria-prima (madeira e compensado), para a fabricação do produto. Essa etapa gera resíduos como o pó e os artefatos de madeira. Na etapa 2 ocorre o processo de lixamento das peças deixando-as suave, gerando o pó da madeira como resíduo. A etapa seguinte consiste na pintura das peças. Na 4ª etapa ocorre o processo de montagem das peças para fabricação do produto final.

Com relação aos resíduos gerados, a empresa de grande porte armazena o pó da madeira em galpão fechado (Figura 26), onde através do processo de prensagem é formado o “Briquete” (Figura 27), que é usado como lenha na própria indústria e os artefatos de madeira também são reaproveitados como lenha. Já a indústria de médio porte armazena os resíduos

em caixotes de madeira, e vende para as indústrias de cerâmicas, que utilizam como lenha (Figura 28).



**Figura 26** – Resíduo pó de madeira da atividade móveis



**Figura 27** – Briquete: Produto reaproveitado como lenha



**Figura 28** – Resíduo (pó e retalhos de madeira) da atividade móveis

Já as indústrias de pequeno porte, uma descarta o resíduo a céu aberto, queimando-o posteriormente, causando consequentemente poluição atmosférica, e outra

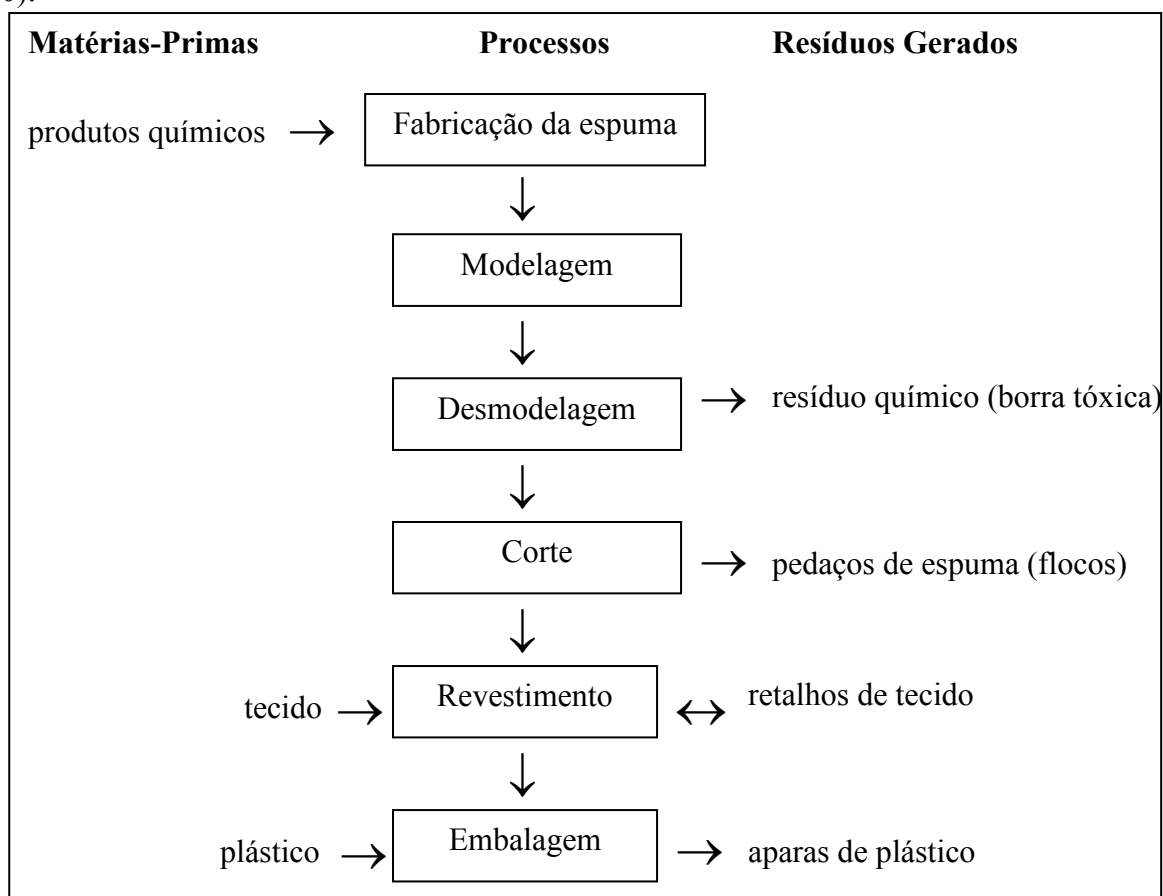
indústria de pequeno porte deposita o resíduo também a céu aberto, porém repassa para as granjas (Figura 29).



**Figura 29** – Resíduo (pó e retalhos de madeira) da atividade de fabricação de móveis depositado a céu aberto

## f.2) Fabricação de colchões e estofados

No tocante à fabricação de colchões e estofados de sofá as etapas são (Figura 30):



**Figura 30:** Fluxograma do Processo Produtivo nas indústrias de Fabricação de colchões e estofados, com identificação das matérias-primas (entrada) e resíduos gerados (saída)

A 1ª etapa consiste na fabricação da espuma. A segunda etapa refere-se à modelagem da espuma, onde a mesma é colocada numa forma para a fabricação do produto no formato desejado.

A etapa 3 é o processo de desmoldagem, onde o produto é tirado da forma. Nesta fase ocorre a geração de resíduo chamado “borra tóxica”, produto este usado como desmoldante. Uma indústria (grande porte) queima a borra, e outra (médio porte) descarta como resíduo domiciliar, com destino ao aterro municipal. Essas práticas são proibidas por lei, pois tal resíduo deve ser tratado adequadamente.

A 4ª etapa é o corte da espuma para fabricação do produto. Nesta fase também ocorre a geração de resíduos, os chamados “flocos”, que são pedaços de espuma. A indústria de fabricação de colchão reaproveita os flocos no processo; a de estofado de sofá vende o floco para a indústria de fabricação de colchão, sendo armazenado em sacos plásticos fechados, em piso impermeável (Figura 31).



**Figura 31** – Forma como o resíduo (floco) é armazenado

Com o produto fabricado faz-se o revestimento final, utilizando-se tecidos. Há a geração do resíduo constituído da sobra de tecidos durante o corte, onde as duas indústrias reaproveitam na fabricação de seus produtos (Figura 32).

No caso da indústria de colchão ocorre ainda a embalagem do produto. Nesta fase ocorre a geração de resíduo, pois durante o processo de embalagem, geram sobras de plásticos, sendo armazenadas em sacos plásticos fechados, em piso impermeável, área coberta, para serem vendidos para reciclagem.

A indústria de fabricação de colchão também gera o resíduo de mola, quando é fabricado o colchão com esta matéria-prima (mola), ao invés da espuma, sendo esta mola vendida para sucatas.



**Figura 32** – Resíduo (retalho de tecido) que é reaproveitado

As supracitadas indústrias não desenvolvem nenhum programa de responsabilidade sócioambiental e nem certificação ambiental e localizam-se no distrito industrial de Teresina.

#### **g) Ramo alimentação**

Com relação ao ramo de alimentação na Tabela 9, as indústrias inventariadas nessa categoria são apresentadas.

Essas indústrias geram cerca de 950,22 t/ano de resíduo. Quanto as atividade do processo de produção se distinguem de acordo com o empreendimento, sendo a categoria subdividida em três subgrupos:

- 1º subgrupo – Beneficiamento de mel;
- 2º subgrupo – Beneficiamento de arroz;
- 3º subgrupo – Fabricação de biscoitos, salgados e massas de milho.

**Tabela 9:** Indústrias Inventariadas do ramo alimentação (8ª categoria)

Indústria	Atividade Principal da Indústria	Descrição dos Resíduos	QTDE (t/ano)	Classe	Destinação	Armazenamento	Tratamento/Reutilização/Reciclagem//Disposição Final
Indústria A	Beneficiamento de mel	Resíduo de mel	12	II A	Na própria indústria	Tambores metálicos em piso impermeável, área coberta	Reutilização como alimento
Indústria B	Beneficiamento de arroz	Casca / bagaço	252	II A	Fora da indústria	Sacos plásticos fechados em piso impermeável, área coberta	Vende o resíduo para serem reutilizados pelas granjas
		Pó - cuim	43,2	II A	Fora da indústria	Sacos plásticos fechados em piso impermeável, área coberta	Vende o resíduo para serem reutilizados para fabricação de ração animal
		Xerém - arroz quebrado	0,72	II A	Fora da indústria	Sacos plásticos fechados em piso impermeável, área coberta	Vende o resíduo para serem reutilizados para fabricação de corantes
Indústria C	Beneficiamento de arroz	Casca / bagaço	525	II A	Fora da indústria	Sacos plásticos fechados em piso impermeável, área coberta	Vende o resíduo para serem reutilizados pelas granjas
		Pó - cuim	90	II A	Fora da indústria	Sacos plásticos fechados em piso impermeável, área coberta	Vende o resíduo para serem reutilizado para fabricação de ração animal

continua



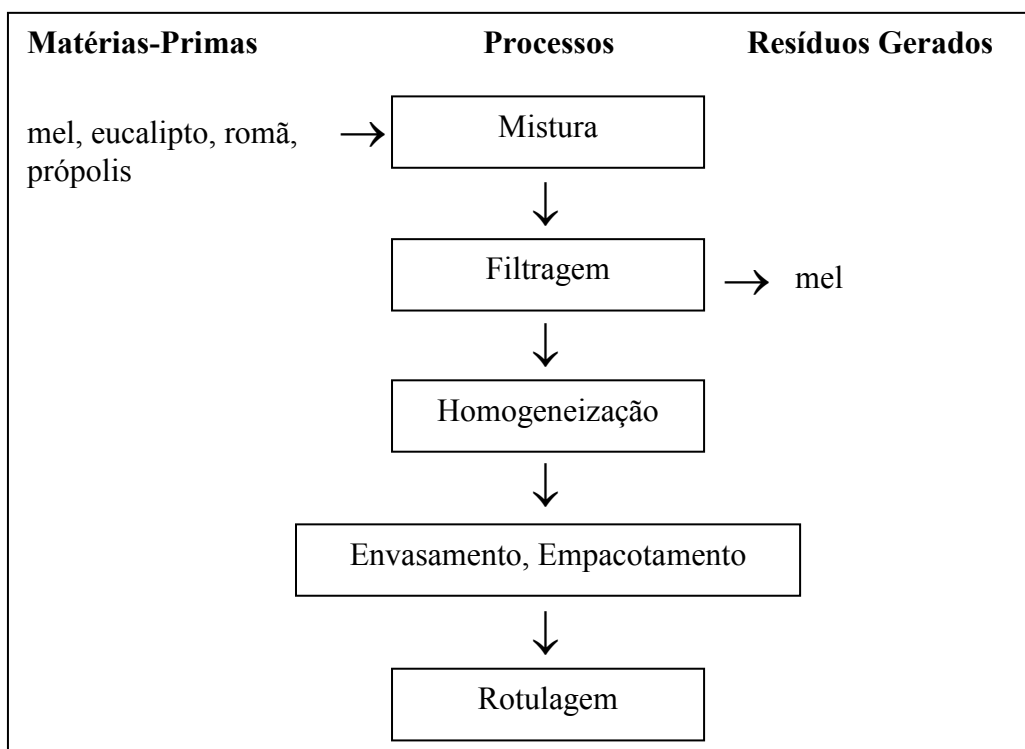
continuação

		Xerém - arroz quebrado	1,5	II A	Fora da indústria	Sacos plásticos fechados em piso impermeável, área coberta	Vende o resíduo para serem reutilizados para fabricação de corantes
Indústria D	Fabricação de biscoitos, salgados e massas de milho	Pó de milho	10,8	II A	Na própria indústria	Sacos de ráfia em piso impermeável, área coberta	Reutilização para fabricação de ração animal
		Fermento	-	II A	Na própria indústria	Sacos de ráfia em piso impermeável, área coberta	Reutilização para fabricação de ração animal
		Aparas de plástico	15,0	II B	Fora da indústria	Sacos de ráfia em piso impermeável, área coberta	Aterro Municipal

**Legenda:** Classe II A – Não Perigosos não-inertes, Classe II B – Não Perigosos Inertes.

### g.1) Beneficiamento de mel

Com relação à atividade de Beneficiamento de mel, o processo de produção consiste em 5 etapas conforme Figura 33.



**Figura 33:** Fluxograma do Processo Produtivo nas indústrias de beneficiamento de mel, com identificação das matérias-primas (entrada) e resíduos gerados (saída)

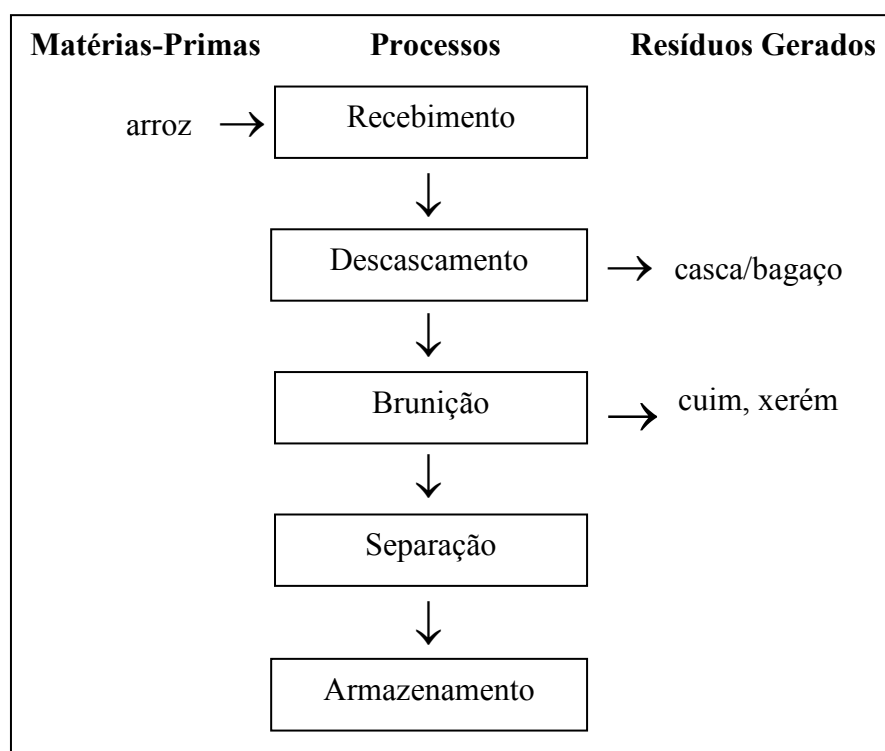
A 1ª etapa é o processamento da matéria-prima, onde ocorre a mistura do mel, com outros extratos vegetais como romã, eucalipto e própolis. Na 2ª etapa ocorre o confeccionamento e análise do lote, através do processo de filtragem. Nesta etapa gera-se resíduo de mel, onde o mesmo é armazenado em tambores metálicos, piso impermeável, área coberta, e reaproveitado como alimento para as abelhas que fabricam o próprio mel (matéria-prima) da fábrica.

Na etapa seguinte, ocorre o processo de homogeneização do lote. Após a confecção do lote faz-se o envasamento, empacotamento e rotulagem do produto.

### g.2) Beneficiamento de arroz

As atividades de beneficiamento de arroz consistem basicamente em cinco etapas (Figura 34).





**Figura 34:** Fluxograma do Processo Produtivo nas indústrias de beneficiamento de arroz, com identificação das matérias-primas (entrada) e resíduos gerados (saída)

A etapa 1 consiste no processo de recebimento da matéria-prima (arroz) para a etapa seguinte. A 2ª etapa é o processo de descascagem do arroz, gerando o resíduo casca/bagaço.

Após o processo de descascagem, ocorre o processo de brunição, onde é retirado a camada de farelo, tornando os grãos mais brancos e levemente opacos. Nesta etapa ocorre a geração de resíduos, gerando o cuim (farelo de arroz) e o xerém (quirera de arroz).

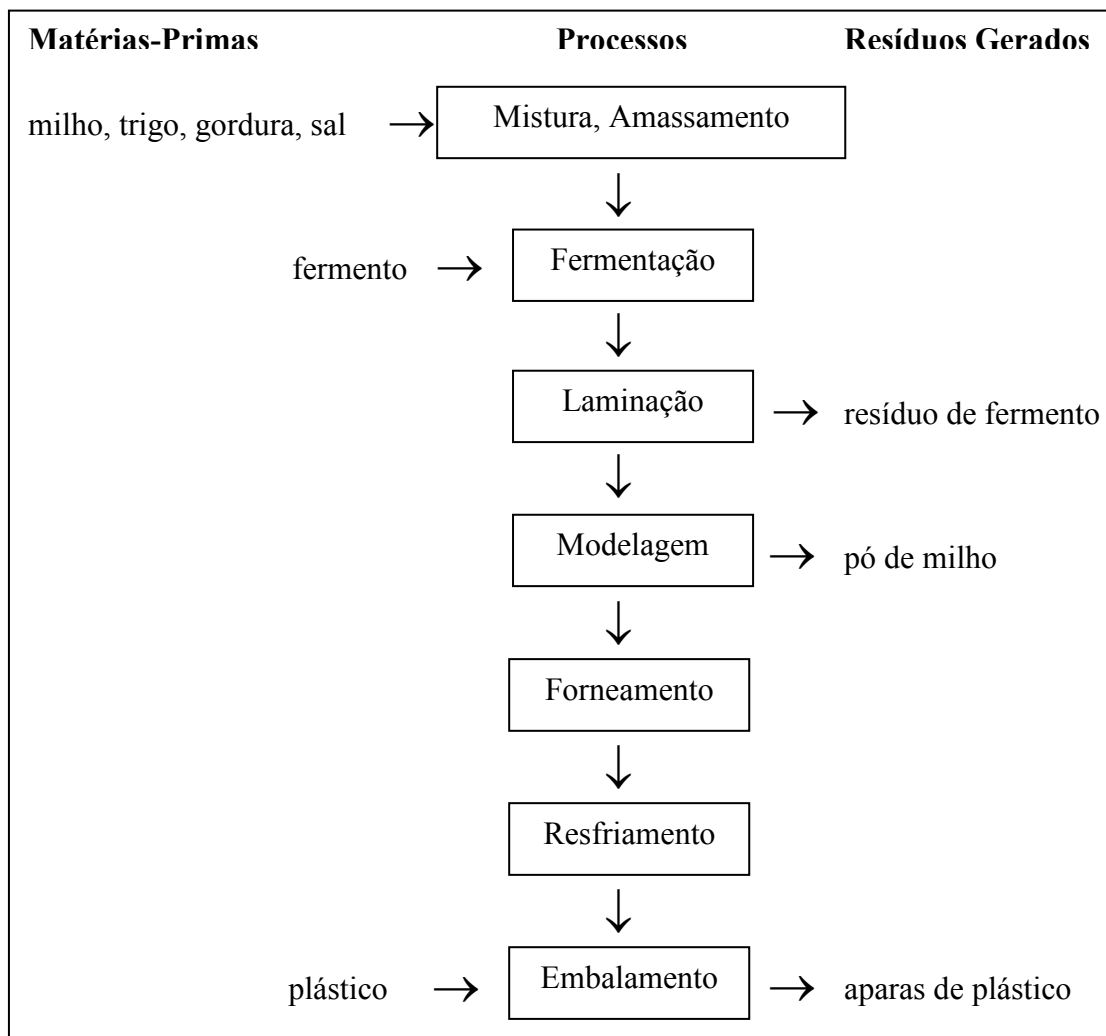
A etapa seguinte é o processo de seleção e separação do arroz para posterior armazenamento e comercialização.

Foi observado que todos os resíduos gerados são armazenados em sacos plásticos, piso impermeável, área coberta, e são todos reaproveitados, sendo que o resíduo casca é vendido para as granjas, que reutilizam como cama de galinha. O resíduo cuim é vendido para fabricação de ração animal, e o xerém vendido para a fabricação de corante.

Com relação à reutilização do resíduo casca, foi observado em uma granja, que após 42 dias, que é o ciclo de vida do frango, essa cama de galinha, é vendida como ração pra fazenda de gado.

### g.3) Fabricação de biscoitos, salgados e massas de milho

Na atividade de Fabricação de biscoitos, salgados e massas de milho as etapas são (Figura 35).



**Figura 35:** Fluxograma do Processo Produtivo nas indústrias de Fabricação de biscoitos, salgados e massas de milho, com identificação das matérias-primas (entrada) e resíduos gerados (saída)

A 1ª etapa consiste no processamento da matéria-prima, onde ocorre a mistura desta (milho/trigo) com gordura e sal. A etapa seguinte consiste no processo de fermentação. Após esta fase ocorre o processo de laminação, gerando-se resíduo de fermento.

Esse resíduo é armazenado em sacos de ráfia, piso impermeável, área coberta e é reaproveitados na fabricação de ração animal.

A 4ª etapa consiste no processo de modelagem, onde se faz o formato do produto. Nesta etapa ocorre a geração do resíduo pó do milho / trigo, os quais são

reaproveitados na fabricação de ração animal e vendidos. São armazenados em sacos de rafia, com piso impermeável e área coberta.

Nas etapas seguintes ocorrem os processos de forneamento e resfriamento para posterior empacotamento do produto, gerando-se sobras de plásticos que são armazenados em sacos de rafia e encaminhados ao aterro municipal.

São descartados 15 t/ano de aparas de plástico no aterro, resíduo este que poderia ser reaproveitados por outra empresa, diminuindo assim os custos de transporte para o aterro municipal.

Foi constatado que as indústrias não desenvolvem nenhum programa de responsabilidade sócioambiental e nem certificação ambiental e localizam-se no Pólo Industrial Sul e Distrito Industrial de Teresina.

O tipo de energia utilizada nessas indústrias é a elétrica, tendo como gasto de energia uma média de aproximadamente 90.000 kW por ano.

#### **h) Atividade bebidas**

Na atividade bebidas, apresentam-se na Tabela 10, os resultados obtidos nessa categoria.

Essas indústrias são responsáveis pela geração de 29.251 toneladas de resíduos por ano. As atividades do processo de produção também se distinguem de acordo com o empreendimento, sendo subdivididas em dois subgrupos:

- 1º subgrupo – Beneficiamento de Leite;
- 2º subgrupo – Fabricação e envase de bebidas – refrigerantes e cervejas.

**Tabela 10:** Indústrias Inventariadas da atividade bebidas (9ª categoria)

<b>Indústria</b>	<b>Atividade Principal da Indústria</b>	<b>Descrição dos Resíduos</b>	<b>QTDE (t/ano)</b>	<b>Classe</b>	<b>Destinação</b>	<b>Armazenamento</b>	<b>Tratamento/Reutilização/Reciclagem//Disposição Final</b>
Indústria A	Beneficiamento de leite	Resíduo de leite	14,4	II A	Na própria indústria	Caixa de gordura	Reutilização como adubo
Indústria B	Fabricação e Envase de bebidas - refrigerante	Terra decantada	-	II A	Fora da indústria	Silos de estocagem	Aterro Municipal
		Terra Diatomácea	70,00	II A	Fora da indústria	Silos de estocagem	Aterro Municipal
		Carvão ativo	30,00	II A	Fora da indústria	Silos de estocagem	Aterro Municipal
		Vidro	1.100	II B	Fora da indústria	Caçamba	Vende o resíduo para reciclagem
		Alumínio	2,00	II B	Fora da indústria	A granel em área coberta	Vende o resíduo para reciclagem
		Plástico	80,0	II B	Fora da indústria	A granel em área coberta	Vende o resíduo para reciclagem
		Papelão	70,00	II A	Fora da indústria	A granel em área coberta	Vende o resíduo para reciclagem
		Cinza	300	II A	Fora da indústria	Silos de estocagem	Aterro Municipal
Indústria C	Fabricação e Envase de bebidas - cerveja	Terra decantada	-	II A	Fora da indústria	Silos de estocagem	Aterro Municipal
		Casca / bagaço do malte	21.000	II A	Fora da indústria	Silos fechados	Vende o resíduo para serem reutilizados fabricação de ração animal

continua

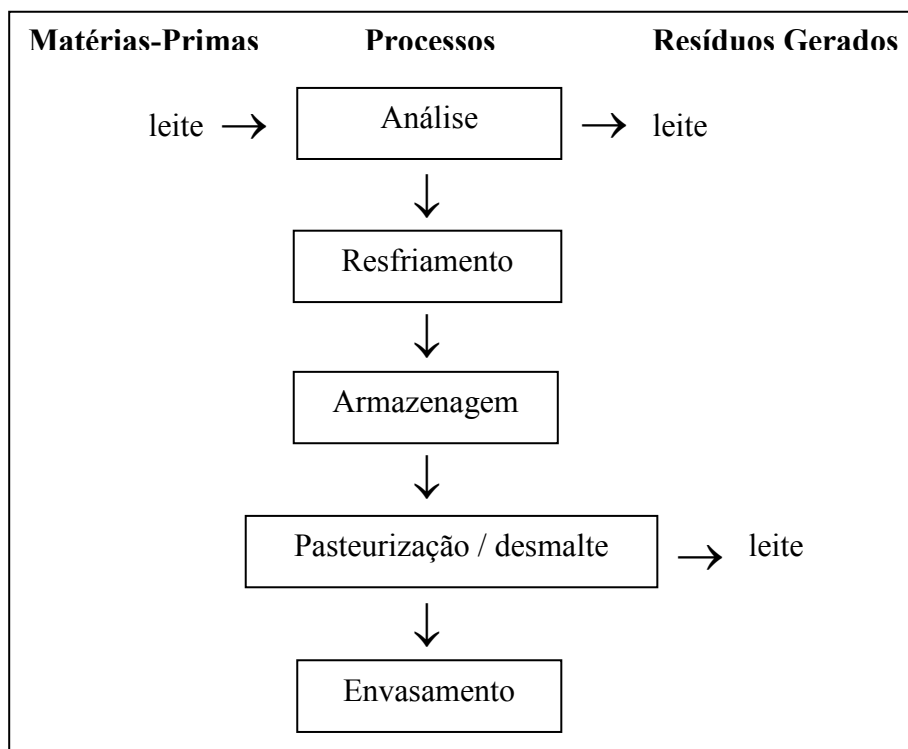
continuação

		Resíduo fermento	3.060	II A	Fora da indústria	Silos fechados	Vende o resíduo para serem reutilizados fabricação de ração animal
		Terra diatomácea	150	II A	Fora da indústria	Silos de estocagem	Aterro Municipal
		Carvão ativo	70	II A	Fora da indústria	Silos de estocagem	Aterro Municipal
		Vidro	2.250	II B	Fora da indústria	Caçamba	Vende o resíduo para reciclagem
		Alumínio	4,92	II B	Fora da indústria	A granel em área coberta	Vende o resíduo para reciclagem
		Plástico	151,17	II B	Fora da indústria	A granel em área coberta	Vende o resíduo para reciclagem
		Papelão	148,6	II A	Fora da indústria	A granel em área coberta	Vende o resíduo para reciclagem
		Lodo	150	II A	Fora da indústria	Silos de estocagem	Aterro Municipal
		Cinza	600	II A	Fora da indústria	Silos de estocagem	Aterro Municipal

**Legenda:** Classe II A – Não Perigosos não-inertes, Classe II B – Não Perigosos Inertes.

### h.1) Beneficiamento de leite

Na indústria de beneficiamento de leite as etapas compreendem (Figura 36).



**Figura 36:** Fluxograma do Processo Produtivo de Beneficiamento de Leite, com identificação das matérias-primas (entrada) e resíduos gerados (saída)

A 1ª etapa consiste na realização da análise físico-química da matéria-prima (leite) para posterior resfriamento (2ª etapa) e armazenagem (3ª etapa).

A 4ª etapa é a pasteurização e desnate, onde ocorre o aquecimento do leite, padronização da gordura e açúcar, clarificação do leite para a pasteurização e resfriamento. A 5ª etapa consiste no envasamento do produto.

Tanto na 1ª etapa como na 4ª etapa ocorre a geração de resíduo, quando o leite não está de acordo com os padrões. São gerados cerca de 14,4 tonelada/ano de resíduo.

O tratamento consiste apenas de uma caixa de gordura (Figura 37), responsável pelo processo de separação da água da gordura. O efluente do sistema destina-se para o rio, e a gordura é reaproveitada como adubo nas plantações da própria fábrica.



**Figura 37** – Caixa de gordura da atividade produção de leite.

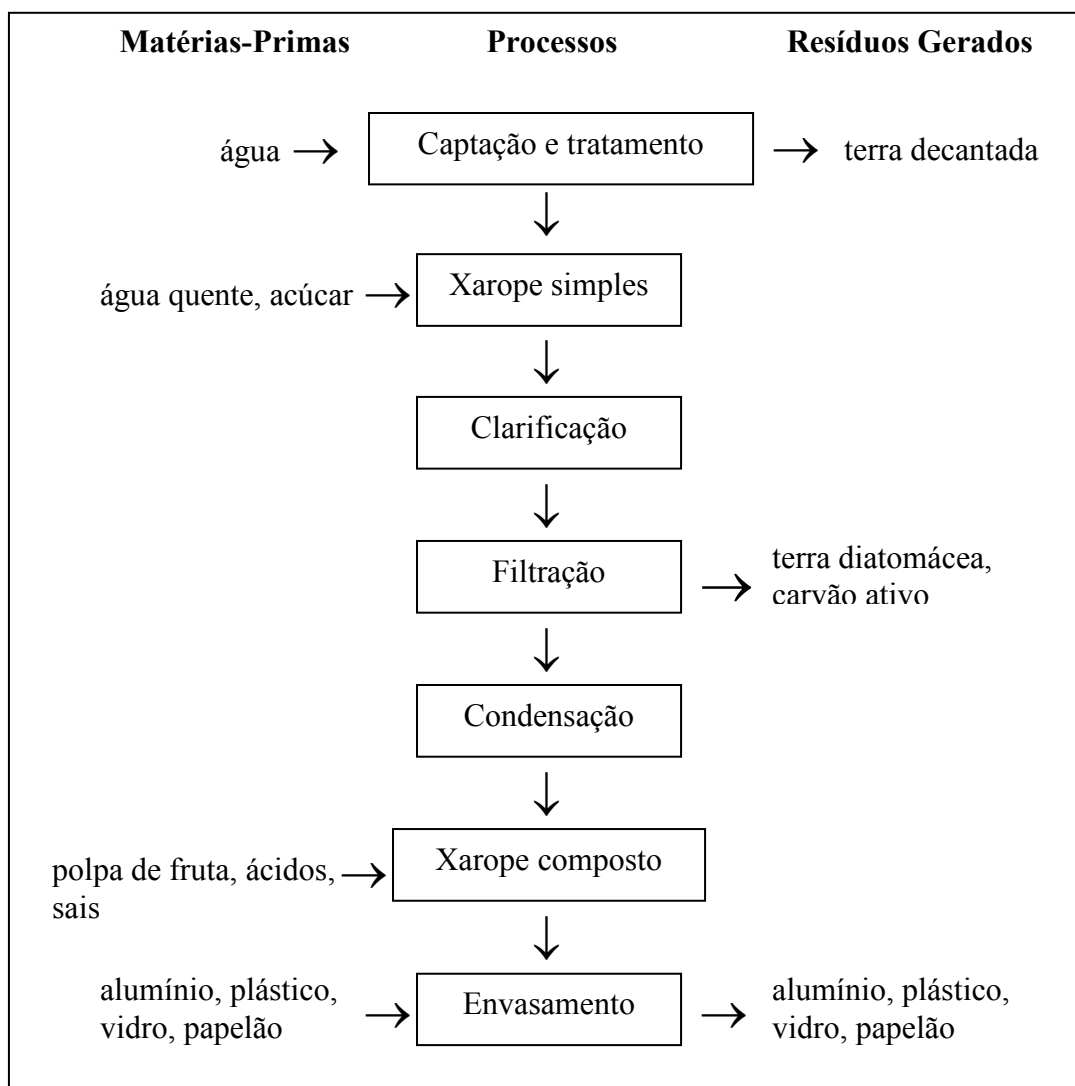
## **h.2) Fabricação e envase de bebidas**

Com relação às indústrias de fabricação e envase de bebidas as etapas do processo de produção compreendem a fabricação de refrigerantes e cervejas. As etapas do processo de produção são (Figura 38 e 39):

A 1ª etapa é a captação e tratamento da água utilizada no processo. A indústria de grande porte realiza a captação da água no rio Parnaíba, pois a mesma possui outorga da Agencia Nacional da Água – ANA. Na indústria de médio porte a captação é realizada através de poços artesianos.

A água captada deve ser isenta de cloro para não influenciar na produção. Motivo pelo qual as próprias indústrias fazem o tratamento da água através do processo de coagulação com sulfato de alumínio e carbonato de sódio, decantação, e filtração com filtro. Esta etapa gera o resíduo “terra decantada”.

▪ Fabricação de Refrigerantes



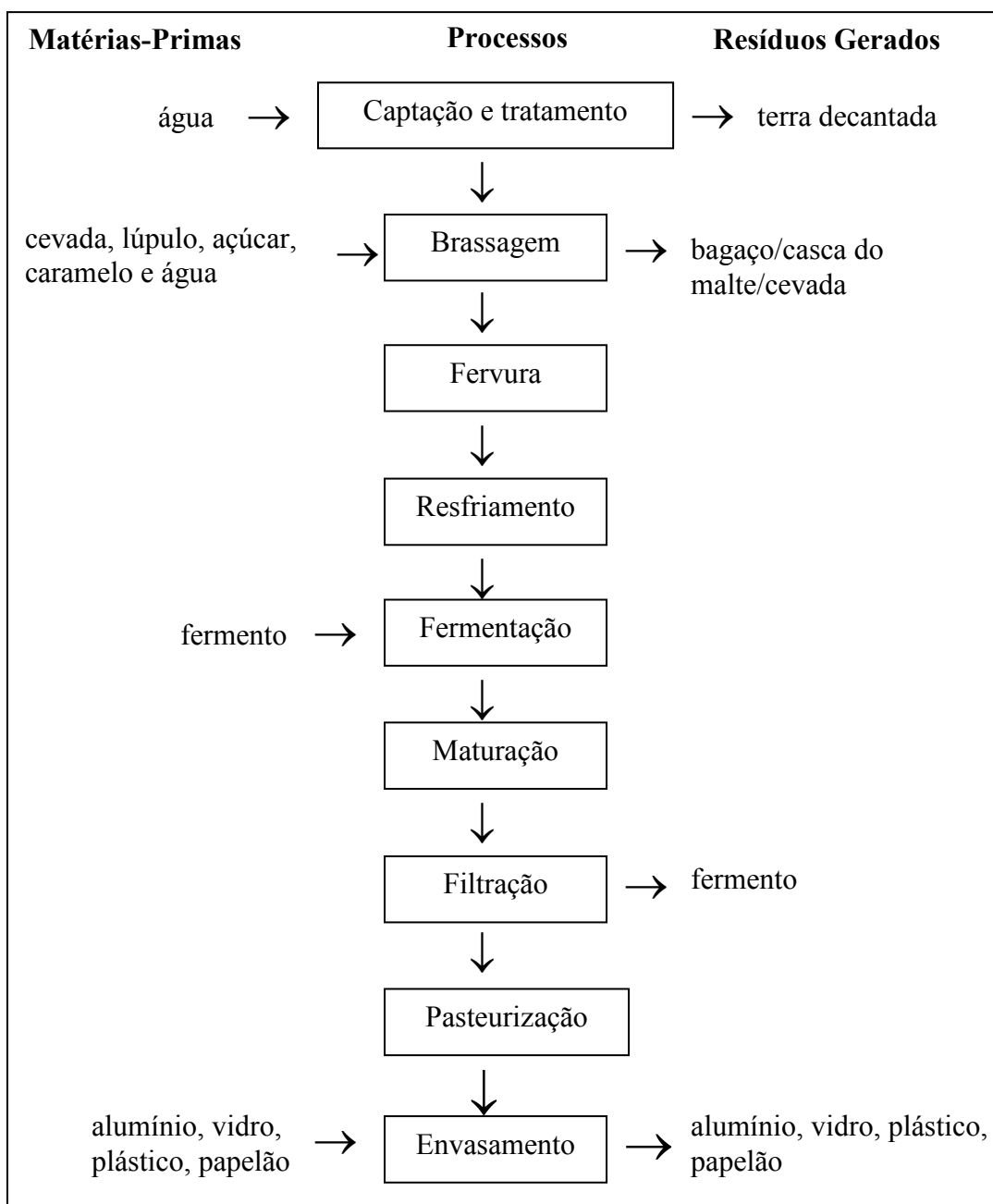
**Figura 38:** Fluxograma do Processo Produtivo nas indústrias de Fabricação e envase de bebidas - refrigerante, com identificação das matérias-primas (entrada) e resíduos gerados (saída)

No caso da fabricação de refrigerantes, após a captação e tratamento da água, realiza-se a fabricação do xarope simples, onde ocorre adição do açúcar em água quente. A etapa seguinte é o processo de clarificação do xarope simples. Após o processo de clarificação do xarope simples, ocorre o processo de filtragem. Nesta etapa ocorre a geração dos resíduos, terra diatomácea e carvão ativo.

A 5ª etapa é o processo de condensação do xarope simples para a produção do xarope composto. No processo de produção do xarope composto ocorre a adição do sabor concentrado (polpa de frutas, ácidos e sais), para a fabricação do produto. A etapa final é o envasamento do produto.



▪ Fabricação de Cervejas



**Figura 39:** Fluxograma do Processo Produtivo nas indústrias de Fabricação e envase de bebidas - cerveja, com identificação das matérias-primas (entrada) e resíduos gerados (saída)

No caso da fabricação de cerveja, após o tratamento da água, a 2ª etapa é o processo de brassagem, onde ocorre a preparação do “mosto” (mistura das matérias-primas como cevada, lúpulo, levedura e água) para as etapas seguintes. Esta etapa é a preparação da cerveja. Como resíduo gera-se o bagaço/casca do malte/cevada com uma média de 21.000 t/ano de resíduo. O mesmo é armazenado em silos fechados e reaproveitado, sendo vendido para fabricação de ração animal.

Nas etapas seguintes ocorrem a fervura e o resfriamento para posterior fermentação. Na etapa 5 tem-se o processo de fermentação, onde se mistura o fermento ao mosto para a produção do álcool. A 6ª etapa caracteriza-se pela maturação da cerveja para a sua clarificação.

A 7ª etapa é o processo de filtração, tirando o excesso de fermento (resíduo). São gerados 3.060 ton/ano de fermento que também são armazenados em silos fechados e posteriormente vendidos como ração animal. A etapa 8 é a pasteurização da cerveja e engarrafamento do produto.

Na fase de envasamento dos produtos geram-se resíduos sólidos e líquidos quando ocorrem problemas no engarrafamento, gerando alumínio, plástico, vidro e papelão, e líquido no processo de esterilização das garrafas.

São gerados cerca de aproximadamente 3.807 ton/ano de resíduos de embalagens os quais são armazenados a granel em área coberta, sendo que o vidro é armazenado em caçamba, para serem reaproveitados, sendo vendidos para reciclagem.

No processo de produção dessa categoria ocorre ainda a geração de efluentes no processo de lavagem dos equipamentos.

Os efluentes gerados na indústria de grande porte são tratados na lagoa de tratamento, onde após o processo de tratamento, água destina-se para o rio Parnaíba. Neste processo gera o resíduo de lodo. A empresa de médio porte não realiza o tratamento do efluente, lançando o mesmo diretamente na sarjeta.

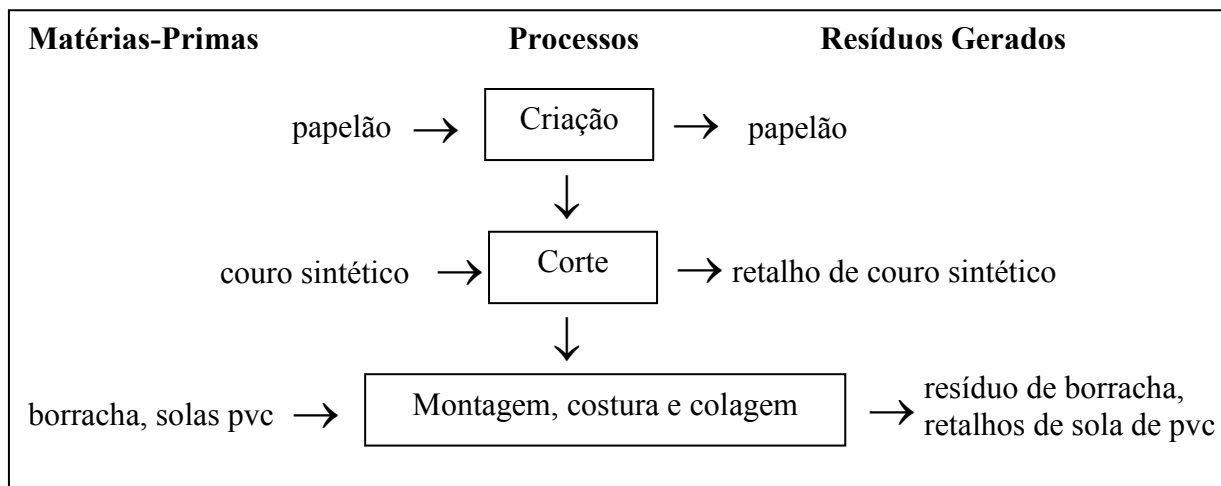
A terra decantada gerada no processo de tratamento da água, a terra diatomácea (220 t/ano) e o carvão ativo (100 t/ano) gerados no processo de fabricação do xarope, o lodo gerado (150 t/ano) no processo de tratamento de efluentes, são armazenados em silos de estocagem e transportados para o aterro municipal, conforme mostra a Tabela 10.

O tipo de energia utilizada nessas indústrias é tanto a elétrica, tendo gasto médio de aproximadamente 115.000 kW por ano, como também proveniente de caldeira, a qual fornece o vapor para as máquinas. São geradas cerca de 900 t/ano de resíduo de cinza que são armazenadas a granel em solo coberto e transportadas para o aterro de Teresina.

Foi observado que a maioria das indústrias não desenvolve nenhum programa de responsabilidade sócioambiental e nem certificação ambiental, estando somente uma empresa, com um programa de reciclagem.

### i) Ramo calçados

No tocante ao ramo de calçados, as indústrias inventariadas são mostradas na Tabela 11, os quais são responsáveis pela geração de aproximadamente 3,96 t/ano de resíduos. As etapas do processo de produção do ramo de calçados são as mesmas quanto ao porte do empreendimento (Figura 40):



**Figura 40:** Fluxograma do Processo Produtivo da atividade de calçados, com identificação das matérias-primas (entrada) e resíduos gerados (saída)

A 1ª etapa caracteriza-se pela criação da peça, onde a mesma é desenhada num papelão e fazem-se os moldes para posterior corte da peça. Nesta etapa já ocorre geração do resíduo papelão após o processo de corte da peça.

A 2ª etapa se refere ao corte do couro sintético – uma das matérias-primas – de acordo com o molde, para a fabricação do produto. Nesta etapa também ocorre à geração das sobras de couro.

A etapa seguinte consiste no processo de montagem, costura e colagem das peças de couro sintético com as outras matérias-primas, como borracha, a qual fornece base à peça, assim como solas de PVC.

Essa fase gera resíduos de borracha e solas de PVC, pois essas matérias-primas também são cortadas de acordo com o molde, gerando “sobras” (Figura 41).

**Tabela 11:** Indústrias Inventariadas do ramo de calçados (10ª categoria)

<b>Indústria</b>	<b>Atividade Principal da Indústria</b>	<b>Descrição dos Resíduos</b>	<b>QTDE (t/ano)</b>	<b>Classe</b>	<b>Destinação</b>	<b>Armazenamento</b>	<b>Tratamento/Reutilização/Reciclagem//Disposição Final</b>
Indústria A	Fabricação de sandálias	Retalho de couro sintético	0,12	II B	Fora da Indústria	Sacos de rafia em piso impermeável, área coberta	Aterro Municipal
		Retalho de borracha	0,12	II B	Fora da Indústria	Sacos de rafia em piso impermeável, área coberta	Aterro Municipal
		Retalho de sola da PVC	0,12	II B	Fora da Indústria	Sacos de rafia em piso impermeável, área coberta	Aterro Municipal
		Papelão	-	II A	Fora da Indústria	Sacos de rafia em piso impermeável, área coberta	Aterro Municipal
Indústria B	Fabricação de calçados ortopédicos	Retalho de couro sintético	0,24	II B	Fora da Indústria	Sacos de rafia em piso impermeável, área coberta	Aterro Municipal
		Retalho de borracha	0,24	II B	Fora da Indústria	Sacos de rafia em piso impermeável, área coberta	Aterro Municipal
		Retalho de sola da PVC	0,24	II B	Fora da Indústria	Sacos de rafia em piso impermeável, área coberta	Aterro Municipal
		Papelão	-	II A	Fora da Indústria	Sacos de rafia em piso impermeável, área coberta	Aterro Municipal

continua

continuação

Indústria C	Fabricação de sandálias	Retalho de couro sintético	0,96	II B	Aterro Municipal	Sacos de rafia em piso impermeável, área coberta	Descarta como lixo domiciliar
		Retalho de borracha	0,96	II B	Aterro Municipal	Sacos de rafia em piso impermeável, área coberta	Descarta como lixo domiciliar
		Retalho de sola da PVC	0,96	II B	Aterro Municipal	Sacos de rafia em piso impermeável, área coberta	Descarta como lixo domiciliar
		Papelão	-	II A	Aterro Municipal	Sacos de rafia em piso impermeável, área coberta	Descarta como lixo domiciliar

**Legenda:** Classe II A – Não Perigosos não-inertes, Classe II B – Não Perigosos Inertes.



**Figura 41** – Resíduos sólidos (couro sintético, borracha e solado PVC) do ramo calçado, descartado como lixo domiciliar.

Observa-se na Tabela 11, que todas as indústrias descartam os resíduos como lixo domiciliar, com destino ao aterro municipal, armazenando em sacos de rafia, em piso impermeável, área coberta, prática essa considerada inadequada, pois esses resíduos são de difícil decomposição, não sendo, portanto, reincorporados ao ciclo da natureza.

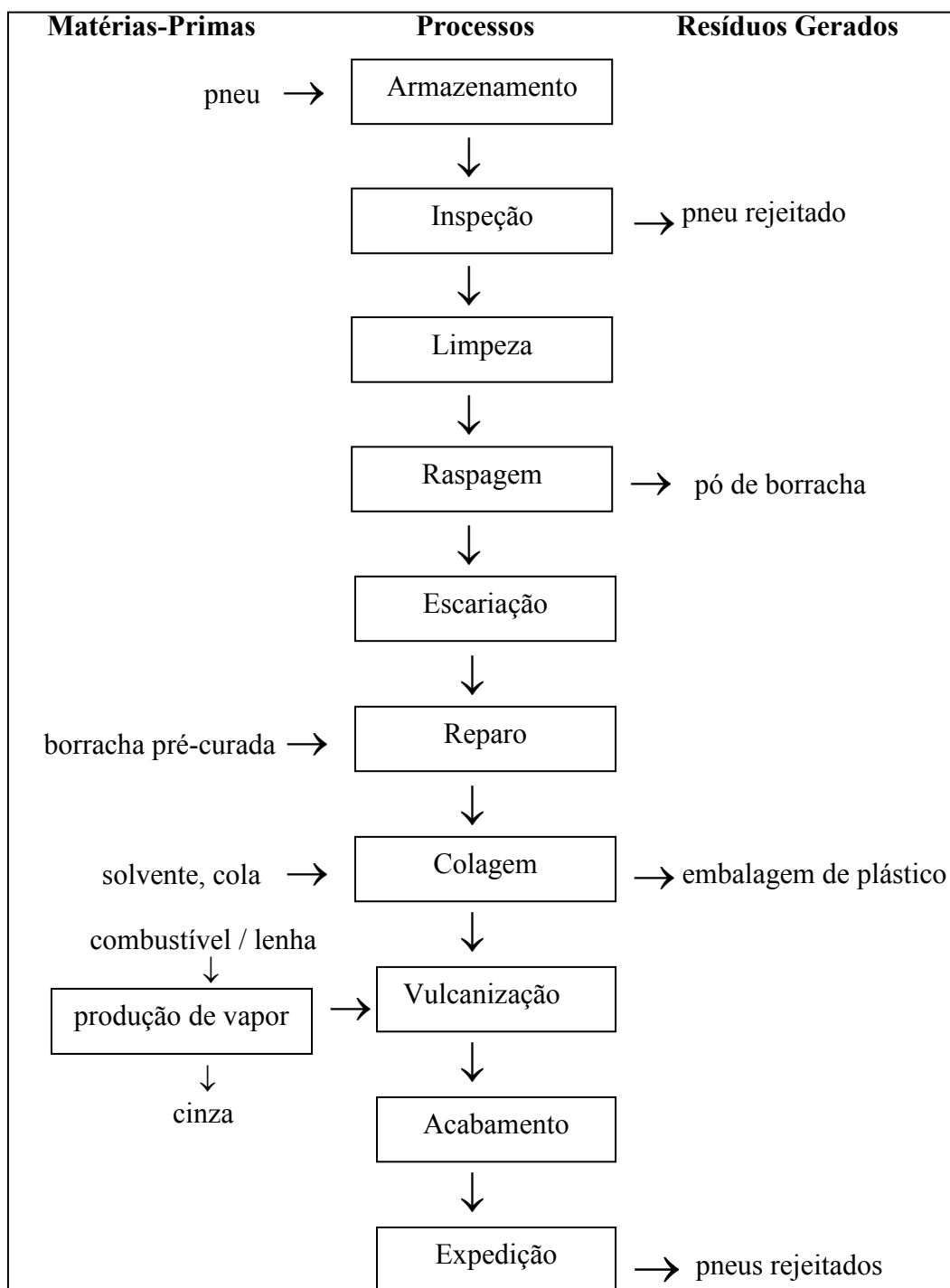
Esses resíduos embora não sejam considerados tóxicos, assustam pelo seu volume crescente e requerem medidas imediatas. O problema de escassez de áreas adequadas para a sua disposição que, com o crescimento desordenado, vem se tornando cada vez mais remotas, poderia ser atenuado visto que o resíduo poderia ser reaproveitado como elemento construtivo (MDIC, 2001).

Algumas pesquisas mostram o reaproveitamento desses resíduos calçadistas na construção civil, na utilização, através da mistura do resíduo, em divisórias e forros com resistência ao impacto e capacidade de suporte de cargas suspensas, com vedação interna de edificações em matriz de gesso (MDIC, 2001). Confere ao novo material, propriedades superiores ao gesso, como alta resistência mecânica ao impacto, à tração na flexão e alta capacidade de suporte de cargas suspensas.

Essas indústrias não desenvolvem nenhum programa de responsabilidade sócioambiental e nem certificação ambiental e localizam-se em zona residencial, estando uma (médio porte), localizada em zona comercial.

### j) Atividade recauchutagem

Com relação à atividade de recauchutagem, apresentam-se na Tabela 12 os resultados obtidos. Essas indústrias são responsáveis pela geração de 27,36 toneladas de resíduos por ano. Observa-se que não há distinção nas etapas do processo de produção quanto ao porte do empreendimento. As etapas do processo de produção são (Figura 42):



**Figura 42:** Fluxograma do Processo Produtivo da atividade de recauchutagem, com identificação das matérias-primas (entrada) e resíduos gerados (saída)

**Tabela 12:** Indústrias Inventariadas da atividade de recauchutagem (11ª categoria)

Indústria	Atividade Principal da Indústria	Descrição dos Resíduos	QTDE (t/ano)	Classe	Destinação	Armazenamento	Tratamento/Reutilização/Reciclagem//Disposição Final
Indústria A	Recauchutagem de Pneus	Pó da borracha	15	II B	Fora da indústria	A granel em solo coberto	Doação para outra indústria, onde reutiliza na fabricação de seu produto
		Plástico	2,4	II B	Fora da indústria	Tambores de ferro em piso impermeável, área coberta	Vende o resíduo para reciclagem
Indústria B	Recauchutagem de Pneus	Pó da borracha	4,8	II B	Fora da indústria	A granel em solo coberto	Doação para outra indústria onde reutiliza na fabricação de seu produto
		Plástico	1,2	II B	Fora da indústria	Tambores de ferro em piso impermeável, área coberta	Vende o resíduo para reciclagem
Indústria C	Recauchutagem de Pneus	Pó da borracha	3,6	II B	Fora da indústria	A granel em solo coberto	Doação para outra indústria onde reutiliza na fabricação de seu produto
		Plástico	0,36	II B	Fora da indústria	Tambores de plástico em piso impermeável, área coberta	Vende o resíduo para reciclagem

**Legenda** Classe II B – Não Perigosos Inertes.



A etapa 1 consiste no armazenamento da matéria-prima (pneu). A etapa 2 refere-se ao exame inicial, que é a verificação da viabilidade da carcaça do pneu para a reforma. Quando o pneu não tem mais possibilidade de reforma, o mesmo é devolvido para o proprietário. A etapa 3 é a limpeza do pneu, onde ocorre a escovação do mesmo. Na etapa 4 ocorre a raspagem do pneu, removendo-se a banda remanescente da carcaça, cujo pó se constitui como resíduo (pó de borracha) (Figura 43).



**Figura 43** – Resíduo (pó da borracha) gerado da atividade de recauchutagem.

A etapa 5 consiste no processo de escariação, onde se faz a limpeza da banda de rodagem. Na etapa 6 ocorre o reparo, realizando o reforço interno no pneu, se houver necessidade, com a matéria-prima borracha pré-curada.

A etapa 7 consiste na colagem da carcaça nova, gerando-se resíduo de plástico, material este que recobre as carcaças novas, para as mesmas não grudarem. Com o uso das carcaças novas, os plásticos são descartados (Figura 44).



**Figura 44** – Resíduo de plástico gerado no processo de colagem da carcaça nova na atividade de recauchutagem.

Após a colagem da carcaça nova, tem-se a etapa 8, que é o processo de vulcanização, onde é um processo de aquecimento do pneu a uma temperatura de 110 °C, num período de 3 horas. A etapa 9 é o acabamento, onde a condição de uso do pneu é analisada. Caso não possibilite condição de uso o pneu é rejeitado.

Foi observado que o resíduo gerado (pó da borracha) no processo de raspagem – etapa 4, é reaproveitado em todas as indústrias, sendo o mesmo doado para uma empresa de fabricação de borracha, que reaproveita o resíduo como matéria-prima, na fabricação de seu produto. No processo de raspagem, o pó gerado é enviado através de um processo de exaustão (Figura 45) para um galpão coberto, localizado na própria empresa (Figura 46).



**Figura 45** – Exaustão: processo que reaproveita o resíduo (pó da borracha).



**Figura 46** – Forma de armazenamento do resíduo (pó da borracha) da atividade recauchutagem.

São gerados cerca de 23,4 ton/ano de resíduo de pó, o qual é doado semanalmente. A empresa receptora realiza a coleta e transporte do resíduo. De acordo com os proprietários, o custo de realizar o processo de exaustão e armazenar em galpões, para

repassar o resíduo para outra empresa, é menor do que transportar esse resíduo para o aterro municipal.

Foi observado também nessa categoria, de acordo com a Tabela 12, que o resíduo de plástico que é gerado, é reaproveitado, sendo armazenado em tambores de ferro ou plástico, em piso impermeável, área coberta, e vendido por todas as indústrias para reciclagem (Figura 47). São geradas aproximadamente 3,96 toneladas de resíduos por ano.



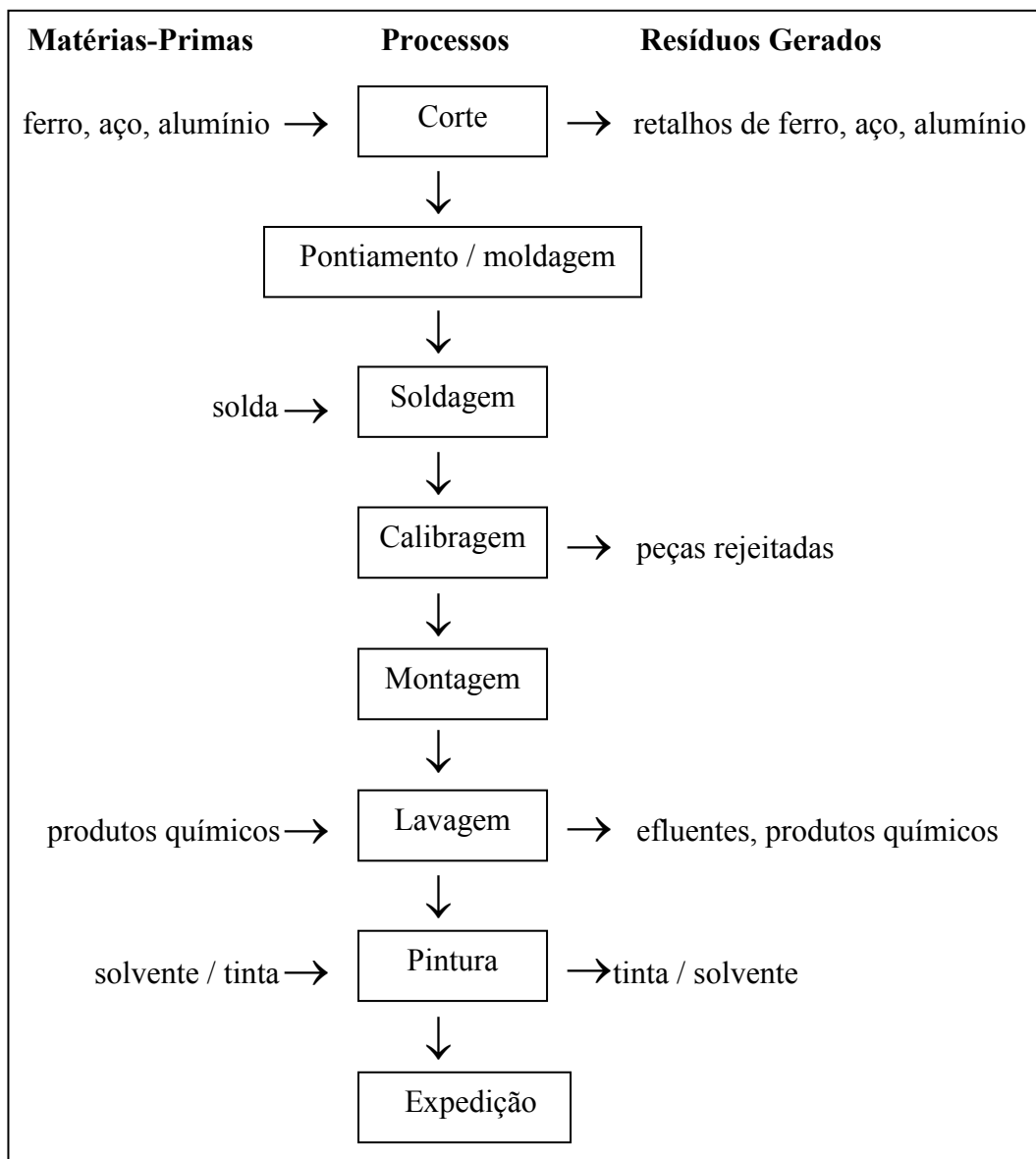
**Figura 47** – Forma como o resíduo de plástico é armazenado.

Essas indústrias não desenvolvem nenhum programa de responsabilidade sócioambiental e nem certificação ambiental e localizam-se em zona residencial de Teresina.

O tipo de energia utilizada nessas indústrias é a elétrica, tendo um gasto médio de aproximadamente 40.848 kW por ano, como também provém de uma caldeira, onde esta fornece o vapor para as máquinas.

#### **k) Atividade bicicleta**

Os dados levantados na atividade bicicleta são mostrados na Tabela 13. Essa atividade é responsável pela geração de cerca de 103,12 ton/ano de resíduo. A Figura 48 a seguir apresenta as etapas do processo de produção.



**Figura 48:** Fluxograma do Processo Produtivo da atividade de bicicleta, com identificação das matérias-primas (entrada) e resíduos gerados (saída)

A etapa 1 é o corte da matéria-prima (ferro, alumínio e aço) para a fabricação da peça. Nesta etapa já ocorre a geração de resíduo, pois sobram retalhos de ferro, alumínio e aço durante o processo de corte.

A etapa 2 caracteriza-se do pontamento ou união das peças. A etapa 3 consiste no processo de soldagem das peças. A 4ª etapa é descrita como calibração, onde há verificação da forma padrão das peças sendo descartadas as que não possuem a forma desejada. Na etapa 5 tem-se a montagem de todas as peças.

**Tabela 13:** Indústrias Inventariadas da atividade bicicleta (12ª amostra)

Indústria	Atividade Principal da Indústria	Descrição dos Resíduos	QTDE (t/ano)	Classe	Destinação	Armazenamento	Tratamento/Reutilização/Reciclagem//Disposição Final
Indústria A	Fabricação de Bicicletas e Triciclos motorizados	Retalhos de ferro	35,28	II B	Fora da indústria	Caixões de ferro em piso impermeável, área coberta	Vende o resíduo para sucatas
		Retalhos de alumínio	14,4	II B	Fora da indústria	Caixões de ferro em piso impermeável, área coberta	Vende o resíduo para sucatas
		Retalhos de aço	1,44	II B	Fora da indústria	Caixões de ferro em piso impermeável, área coberta	Vende o resíduo para sucatas
		Produto químicos	-	I	Curso d'água	Lagoa com impermeabilização	Tratamento químico
		Tinta	2,0	I	Fora da indústria	Tambores de ferro em piso impermeável, área coberta	Aterro Municipal
		Lodo	50	I	Fora da indústria	A granel em solo descoberto	Aterro Municipal

**Legenda:** Classe I – Perigosos, Classe II B – Não Perigosos Inertes.



A etapa 6 consiste na lavagem e secagem do produto, em estufa para a etapa seguinte. A etapa seguinte é o processo de pintura do produto. Nestas duas últimas etapas ocorre geração de resíduo, como a sobra de tinta do processo de pintura, efluentes e outros produtos químicos que são usados no processo de lavagem.

A água residuária do processo de lavagem destina-se à estação de tratamento de efluentes localizada na própria fábrica (Figura 49), onde a mesma é tratada e, em seguida, lançada em uma lagoa próxima ao local. O lodo (50 t/ano) proveniente da lagoa de tratamento, bem como os resíduos de tintas (20 t/ano) são armazenado em tambores de ferro, em piso impermeável, área coberta, e destinado mensalmente ao aterro municipal, conforme Tabela 13.



**Figura 49** – Sistema de tratamento de água residuária da atividade de bicicleta.

Quanto aos resíduos de retalhos de ferro, alumínio e aço gerados na 1ª etapa, e peças rejeitadas geradas na 4ª etapa, são todos reaproveitados, sendo armazenados em caixões de ferro e posteriormente vendidos para sucatas (Figura 50, 51 e 52).



**Figura 50** – Resíduo (ferro) gerado da atividade bicicleta.



**Figura 51** – Resíduo (alumínio) gerado da atividade bicicleta.



**Figura 52** – Resíduo (aço) gerado da atividade bicicleta.

A indústria não desenvolve nenhum programa de responsabilidade sócioambiental e nem certificação ambiental e localiza-se em zona residencial de Teresina.

O tipo de energia utilizada nessa indústria é a elétrica, tendo como gasto médio de energia 650.000 kW por ano.

### **3.3 Discussão geral das indústrias Inventariadas**

O trabalho abrangeu 72 indústrias. Destas, 15 indústrias estavam desativadas e 14 não receberam. Portanto só foram inventariadas 43, sendo 14 grande porte, 11 médio e 18 pequeno. Contudo, foi possível obter a caracterização das indústrias (matéria-prima utilizada, identificação do produto e produção industrial), informações sobre geração, manejo e

destinação dos resíduos sólidos industriais, e a localização das fontes geradoras de resíduos industriais que apresentam risco à população e ao meio ambiente.

Com base nos dados coletados observou-se que as indústrias inventariadas são responsáveis pela geração de aproximadamente 33.883 toneladas de resíduos por ano, sendo que 32.327 t/ano de resíduos são reutilizadas/reaproveitados, e 1.556 t/ano descartadas como “lixo” e encaminhados ao aterro municipal.

Dividindo o total de resíduos gerados pelo número de indústrias pesquisadas tem-se 916 t/ano/indústria. Esta geração pode ser considerada alta, se comparada às outras cidades já inventariadas, tais como Fortaleza com 811 t/ano/indústria (SEMACE, 2004), Recife com 900 t/ano/ indústria (CPRH/GTZ, 2000), Campina Grande com 138 t/ano/ indústria (SUDEMA, 2004). Contudo dividindo somente a quantidade de resíduos que são descartados como lixo, pelo número de indústrias pesquisadas tem-se 42,05 t/ano/indústria. Esta quantidade é considerada baixa comparada às cidades supracitadas.

Porém estima-se que a quantidade de resíduo descartado como “lixo” é bem maior, pois muitas indústrias que não reaproveitam seus resíduos, não informaram a quantidade de resíduos que produzem e descartam, por não terem o controle, ou por se recusarem a dar essas informações.

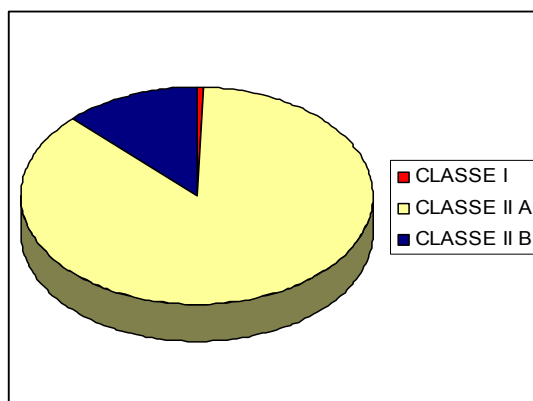
Pôde-se obter melhor informação sobre os resíduos que são reaproveitados/reutilizados, pois como são reaproveitados, as indústrias tem um melhor controle sobre os mesmos.

Dos resíduos inventariados observou-se que houve uma maior geração nos resíduos de classe II A conforme apresentado na Tabela 14.

**Tabela 14:** Geração total dos resíduos em Teresina por classe.

CLASSE	QUANTIDADE (t/ano)
Classe I	92,0
Classe II A	27.902,0
Classe II B	5.889,0





**Gráfico 1:** Distribuição da geração total dos resíduos por classe

Quanto aos resíduos de classe II A, a Indústria de Bebidas foi a maior geradora de resíduos conforme apresentado na Tabela 15. Do mesmo modo esta atividade também foi a mais representativa na geração de resíduo de classe II B. Com base nas tipologias levantadas a indústria de Bicicleta foi a mais representativa quantitativamente em resíduo de classe I.

**Tabela 15:** Geração total dos resíduos por classe e tipologia industrial.

CLASSE	TIPOLOGIA	QUANTIDADE (t/ano)
I	Indústria de Confeções	40,0
I	Indústria de Bicicleta	52,0
I	Indústria Gráfica	-
I	Indústria de Móveis	-
	<b>TOTAL</b>	<b>92,0</b>
II A	Indústria Química	0,136
II A	Indústria Cerâmica	1.183,4
II A	Indústria de Marmoraria	69,6
II A	Indústria de Confeções	30,2
II A	Indústria de Móveis	20,2
II A	Indústria Alimentícia	935,2
II A	Indústria de Bebidas	25.663,0
	<b>TOTAL</b>	<b>27.902</b>
II B	Indústria Química	524,2
II B	Indústria Cerâmica	1.434,4
II B	Indústria de Marmoraria	33,6
II B	Indústria de Confeções	204,0
II B	Indústria de Móveis	7,2
II B	Indústria Alimentícia	15,0
II B	Indústria de Bebidas	3.588,0
II B	Indústria de Calçados	3,96
II B	Indústria de Recauchutagem	27,36
II B	Indústria de Bicicletas	51,12
II B	Indústria Metalúrgica	-
II B	Indústria Gráfica	-
	<b>TOTAL</b>	<b>5.889,0</b>

Os resíduos perigosos, classe I, têm também uma geração concentrada na atividade gráfica, onde não foi possível obter informações referentes à quantidade de resíduos gerados, porém foi possível identificar os tipos de resíduos e avaliar o seu armazenamento e destinação final. Na atividade metalúrgica também não foi possível avaliar quantitativamente os resíduos gerados, porém foi possível também identificar os tipos de resíduos e avaliar a sua destinação final.

Quanto à destinação final dos resíduos, os dados demonstraram que para os resíduos de classe I, a principal forma de destinação final foi o lançamento na sarjeta sem tratamento, com destino ao curso d'água, causando conseqüentemente poluição da água. Dentre as demais atividades adotadas pelas indústrias foi observada a queima do resíduo a céu aberto causando poluição atmosférica e disposição em aterro municipal. Contudo foi observado em uma pequena parte dos resíduos o tratamento dos mesmos em lagoas de tratamento.

Em relação aos resíduos de classe II A, observou-se que a mais freqüente destinação final foi o reaproveitamento na fabricação de outros produtos, representado em sua maioria, pelos resíduos da atividade de bebidas e alimentação, reaproveitando os resíduos para fabricação de ração animal, como também a indústria de moveis, que reaproveita os seus resíduos como lenha. Foi observado também o reaproveitamento dos resíduos por outras atividades na própria matéria-prima para fabricação do próprio produto, como verificado nas indústrias de cerâmicas. Considerando os demais setores das atividades mencionadas e as demais atividades, as outras formas de destinação final foi a doação dos resíduos para serem reaproveitados por associações e população, bem como a venda do material para reciclagem e disposição em aterro municipal, conforme Tabela 16.

**Tabela 16:** Destinação final do resíduo Classe II A

<b>Destinação final do resíduo</b>	<b>QTD (t/ano)</b>
Reaproveitamento em outro produto	24.852,0
Reaproveitamento no próprio produto	1.183,4
Doação para associação e população	230,0
Vendido para reciclagem	218,6
Aterro Municipal	1.418,0

Quanto aos resíduos de classe II B, a principal destinação foi a venda dos resíduos para indústrias de reciclagem, representado em sua maioria pelos resíduos da

atividade de bebidas, como também a venda dos resíduos para sucatas. Outras formas de reaproveitamento eram na fabricação do próprio produto e de outros produtos, e doação para associações e população. Uma última fração destinada ao aterro municipal de acordo com a Tabela 17.

**Tabela 17:** Destinação final do resíduo Classe II B

Destinação final do resíduo	QTD (t/ano)
Vendido para reciclagem	3.596,0
Vendido para sucatas	52,12
Reaproveitamento no próprio produto	152,4
Reaproveitamento em outro produto	1.983,2
Doação para associações e população	60,0
Aterro Municipal	45,96

Fazendo uma análise da destinação final por tipologia, pôde-se observar que a indústria de bebidas é a atividade que mais se apresenta por reaproveitar os seus resíduos na fabricação de outros produtos, bem como a venda do material para reciclagem e destinação ao aterro municipal. A indústria cerâmica é a que mais reaproveita os seus resíduos na fabricação do próprio produto, bem como a doação dos seus resíduos para serem reaproveitados pela população, conforme apresenta a tabela 18, assim como mostra o tipo de armazenamento utilizado pelas indústrias.

**Tabela 18:** Formas de destinação final e armazenamento do resíduo por tipologia industrial

Tipologia	Armazenamento do resíduo	Destinação final do resíduo	QTD (t/ano)
Química	Utilização imediata	Reaproveitamento no próprio produto	152,4
	Sacos de rafia em piso impermeável, área coberta	Reaproveitamento em outro produto	371,8
	A granel em solo descoberto	Aterro Municipal	0,136
Cerâmica	A granel em solo descoberto	Reaproveitamento no próprio produto	1.183,4
	A granel em solo descoberto	Reaproveitamento em outro produto	1.434,4
	A granel em solo descoberto	Doação para população	230,0

continua

continuação

Marmoraria	A granel em solo descoberto	Reaproveitamento em outro produto	55,2
	A granel em solo descoberto	Aterro Municipal	48,0
Confeccções	Caixotes de madeira, de plástico e tambores metálicos em piso impermeável, área coberta	Doação para associação e população	68
	Caixotes de madeira em piso impermeável, área coberta	Vendido para reciclagem	19,2
	Tambores de plástico em piso impermeável, área coberta; A granel em solo descoberto	Aterro Municipal	67
	Lagoa sem impermeabilização	Lançamento na sarjeta	-
Móveis	Sacos plásticos; caixotes de madeira em piso impermeável, área coberta	Reaproveitamento em outro produto	20,0
	Sacos plásticos em piso impermeável, área coberta	Vendido para reciclagem	7,2
	A granel em solo descoberto	Queima a céu aberto	0,09
Alimentícia	Tambores metálicos em piso impermeável, área coberta	Reaproveitamento em outro produto	935,22
	Sacos plásticos em piso impermeável, área coberta	Aterro Municipal	15,0
Bebidas	Silos fechados	Reaproveitamento em outro produto	24.074
	A granel em área coberta, caçamba	Vendido para reciclagem	3.807,0
	Silos de estocagem	Aterro Municipal	1.370
Calçados	Sacos de rafia em piso impermeável, área coberta	Aterro Municipal	3,96
Recauchutagem	A granel em solo coberto	Reaproveitamento em outro produto	23,4
	Tambores metálicos em piso impermeável, área coberta	Vendido para reciclagem	0,36
Bicicleta	Caixões de ferro em piso impermeável, área coberta	Vendido para reciclagem	51,12
	A granel em solo descoberto	Aterro Municipal	52
	Lagoa com impermeabilização	Tratamento	-
Metalúrgica	A granel em solo coberto	Vendido para sucatas	-
Gráfica	Sacos plásticos em piso impermeável, área coberta	Doação para população	-

continua

continuação

	A granel em solo coberto	Aterro Municipal	-
	Tambores de plástico em piso impermeável, área coberta	Lançamento na sarjeta	-

O armazenamento de resíduos sólidos industriais deve atender às legislações: Normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), NBR 12.235/92 – Armazenamento de resíduos sólidos perigosos – Procedimento e NBR 1.1174/90 – Armazenamento de resíduos classes II A – não inertes e II B – inertes – Procedimento; Portaria nº 124, do Ministério do Interior (MINTER), de 20 de agosto de 1980, que dispõe sobre o acondicionamento, armazenamento temporário, tratamento, transporte e destino final para resíduos perigosos e industriais.

Num projeto de armazenamento de resíduos sólidos, devem ser observados critérios mínimos para a escolha da sua localização, bem como as seguintes condições de segurança: isolamento, sinalização, controle e operação. Além disso, devem ser consideradas as formas de acondicionamento e segregação dos resíduos dentro da área de armazenamento.

Os resíduos devem ser armazenados de maneira a não possibilitar a alteração de sua classificação e de forma que sejam minimizados os riscos de danos ambientais.

Com relação à proteção ambiental, deve ser verificada a necessidade de adoção de medidas como: impermeabilização inferior da área; colocação de cobertura; instalação de sistema de drenagem de águas pluviais, de líquidos percolados e derramamentos acidentais; construção de bacias de contenção e de poços de monitoramento da qualidade das águas subterrâneas, etc.

Nenhum tipo de resíduo pode ser armazenado (nem de forma temporária) diretamente no solo. O Resíduo tem de ser colocado em embalagem impermeável (para os sólidos), com tampa, em pallet's (para ficar elevado do piso), com identificação externa, e em tanques de contenção (para os líquidos), devidamente protegidos da chuva para não prejudicar as características do resíduo. Foi observado na pesquisa que parte das indústrias visitadas armazenam de forma inadequada os seus resíduos.

Constatou-se que as indústrias que mais impactam o meio ambiente estão dentro do setor de confecções e a atividade gráfica, pois lançam seus resíduos químicos sem tratamento ao curso d' água. O setor de bebidas pode ser caracterizado como impacto ambiental intermediário, e sendo o setor de bicicleta de menor impacto ambiental.

As empresas que mais “poluem” de uma forma geral são as de pequeno porte, pois não reaproveitam os seus resíduos, não tendo o controle dos mesmos, sendo descartados

como lixo. Tal fato se deve pela falta de fiscalização ambiental e por “pensar” que reaproveitar o resíduo aumenta os custos.

Porém, foi observado na pesquisa que reaproveitar o resíduo, o custo é ainda menor que armazenar e/ou transportar ao aterro de Teresina. Portanto, constatou-se que os pequenos empresários não revelaram conscientização quanto ao reaproveitamento de seus resíduos, que acarreta em vantagens sociais, econômicas e ambientais.

As estratégias de proteção ambiental executadas nas indústrias de pequeno porte ainda são ineficientes, sobrepondo o aspecto econômico às questões ambientais.

A gestão ambiental no Brasil hoje está fortalecida quanto ao aspecto legal, porém ainda resta muito a fazer em termos de apoio financeiro, em termos de ampliação de ofertas de programas de financiamento de longo prazo e baixo custo, aos pequenos e médios empresários para que possam efetivamente viabilizar economicamente a implementação de tão importante sistema de gestão em suas indústrias, e um pouco mais a fazer quanto a divulgação e desburocratização do licenciamento, um verdadeiro emaranhado de documentos, leis, decretos e normas, que requer um assessoramento bastante custoso para empresa. Os empresários por sua vez devem conscientizar-se da importância estratégica do SGA, incorporando-o ao seu Plano Estratégico.

Ações governamentais de apoio se fazem necessárias para que a implementação do SGA nas pequenas e médias indústrias, que certamente será responsável não só pelo desenvolvimento sustentável brasileiro, mas também pela própria sobrevivência de suas indústrias e conseqüentemente da sobrevivência dos trabalhadores brasileiros, se torne uma realidade nacional, o que pode ser conseguido através do gerenciamento dos resíduos sólidos gerados na cadeia produtiva.

Já as indústrias de grande porte demonstraram uma preocupação maior em reaproveitar os resíduos. Fato que se deve provavelmente por terem uma fiscalização ambiental maior e por terem consciência que os custos são menores.

Porém as indústrias de grande porte se preocupam somente com os resíduos sólidos, deixando a desejar, um tratamento mais correto dos resíduos líquidos.

Observou-se que a maioria das indústrias não desenvolve nenhum programa de responsabilidade sócioambiental e nem certificação ambiental e localizam-se em zona residencial de Teresina, o que agrava mais ainda a situação de suas práticas inadequadas.

Os resíduos sólidos industriais causam grande impacto ambiental, necessitando assim de uma política de gestão voltada para minimização desses impactos. Os resíduos de uns podem ser matéria-prima para outros, tendo por um lado o produtor um menor custo no

armazenamento, tratamento e destinação adequada dos seus resíduos, e por outro lado, o receptor tendo matéria-prima mais barata.

Foi possível identificar que existem indústrias que se complementam e que podem desenvolver parcerias e cooperações no sentido de troca de subprodutos e resíduos industriais para serem utilizados nos seus processos produtivos.

Foi criada no Brasil, em setembro de 1982, a Bolsa de Resíduos, programa que tem por objetivo fundamental a oferta de resíduos pelas empresas, tanto a compra como a venda, introduzida pela Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente (FEEMA) do Rio de Janeiro.

A bolsa de resíduos estimula a reciclagem, a qual reduz custos, diminui os desperdícios e, muitas vezes, cria receitas, pois o gerador do resíduo deixa de gastar com a coleta, transporte, tratamento e a disposição, para ganhar com a venda.

As federações das indústrias dos estados brasileiros estão gerenciando as bolsas de resíduos, atualmente chamadas de Bolsa de Negócios ou Bolsa de Reciclagem, nome dado por algumas federações, as quais funcionam sem fins lucrativos, servindo apenas como fonte de informação objetivando possibilitar o intercâmbio ou a negociação livre dos resíduos entre as empresas.

Portanto, inserir a produção industrial num paradigma de sustentabilidade passou a ser mais que uma atitude condizente com a preocupação ambiental, tornou-se uma vantagem competitiva no mercado mundial.

### **3.4 Avaliação do Sistema de Gestão Ambiental**

Para avaliação do Sistema de Gestão Ambiental foram visitadas duas empresas, uma de pequeno porte (indústria química) e uma de grande porte (indústria de móveis), para a identificação dos impactos ambientais positivos associados à gestão ambiental, sendo aplicados formulários baseados na Norma ISO 14.001 (apêndice 2).

Essas indústrias foram selecionadas por apresentarem iniciativas de implantação de um Sistema de Gestão Ambiental. Também foi feita uma comparação entre a indústria de pequeno porte e grande porte, para avaliar se é possível economicamente, independentemente do porte, as empresas implantarem um sistema de gestão ambiental.

As empresas visitadas possuem diversas ações e procedimentos específicos para gerenciar o processo de produção e os resíduos gerados em suas atividades. Contudo estas empresas não possuem Sistema de Gestão Ambiental bem definido, não existindo um

programa formalizado que indique forma estruturada, como devem ser gerenciados as atividades do processo de produção e os resíduos gerados.

Para melhor compreensão e comparação, este conjunto de ações será apresentado seguindo-se as categorias sugeridas na ISO 14001:

### **Política ambiental**

Foi verificado nas duas empresas que não existe compromissos formais em uma política ambiental. Porém, as empresas têm compromisso em proteger e não degradar o meio ambiente, através do reaproveitamento dos resíduos gerados, coleta seletiva, e utilização de material reciclado, como no caso da indústria de pequeno porte.

A indústria de pequeno porte (química) realiza o aproveitamento de embalagens de água mineral, de água sanitária, de iogurte e desinfetantes, para a fabricação de tubos de coleta de esgotos e água sem pressão, e de mangueiras para irrigação.

A reciclagem de garrafas vazias de água sanitária, iogurte e desinfetantes para a produção de polietileno, assim como de garrafas de água mineral descartadas utilizadas na produção de polipropileno para fabricação de tubos e mangueiras, não é apenas ecologicamente correta, é também fonte de lucros e de oferta de empregos (Jornal Meio Norte, 14/06/2007).

A gente recebe os plásticos dos depósitos que compram dos catadores. Em seguida, nós moemos, os transformando em pequenos pedaços, lavamos, secamos e colocamos em uma máquina, uma extrusora, onde é derretido. Depois de derretido, o material toma a forma de tubo reciclado. Esse tubo reciclado é usado no escoamento sem pressão, como o de esgoto, das águas das chuvas. Geralmente o uso se dá nas casas populares para o escoamento dos esgotos, afirma Gustavo Pallis, Diretor da Empresa (Jornal Meio Norte, Caderno Cidades, 14/06/2007).

A empresa possui cinco empregados em sua fábrica, e cerca de 30 pessoas envolvidas na catação das embalagens de plásticos, limpeza e transporte do material. A empresa produz as suas embalagens através de embalagens plásticas já utilizadas e jogadas no lixo. Em vez destas continuarem poluindo o meio ambiente durante sua existência, terminam transformadas em tubos de escoamento de esgotos (Jornal Meio Norte, Caderno Cidades, 14/06/2007).

A nossa empresa tem, principalmente, importância social porque você está gerando renda do lixo. O que seria jogado fora, descartado, você pode gerar



renda porque tem as pessoas que coletam, as que limpam, transportam e fabricam novos produtos. É um trabalho que tem o cunho social, mas também o econômico porque é um material que foi processado, diz Gustavo Pallis, Diretor da Empresa (Jornal Meio Norte, Caderno Cidades, 14/06/2007).

Os tubos reciclados, fabricados no Piauí, são 50% mais baratos do que os da indústria tradicional. Porém, ainda não são todos os consumidores que têm essa consciência ambiental e a maioria dos clientes dos tubos reciclados é conquistada pelo bolso.

## **Planejamento**

Foi observado que nas duas indústrias não existe uma gerência/departamento ambiental na estrutura organizacional com as atribuições definidas, porém as mesmas têm conhecimento de todos os seus resíduos gerados e possuem o controle dos mesmos. No caso da indústria de grande porte, a mesma tem conhecimento de todos os resíduos gerados, mas não controla todos, pois não tem estrutura para tratar e/ou reaproveitar alguns dos seus resíduos.

As duas empresas não têm conhecimento e nem obedecem a uma legislação ambiental, e não possui instrumentos para acompanhá-lo. A importância da questão ambiental é feita por consciência ambiental e preocupação com o desperdício, reaproveitando os resíduos gerados.

A empresa de grande porte além de gerar lucro e emprego, realizam outras ações em benefício da sociedade como palestras educativas em escolas, igrejas, hospitais; doação de coletores para coleta seletiva; distribuição de folderes e cartazes em parceria com Estado e Prefeitura sobre educação ambiental, lixo, dengue, etc.

Não existe um programa de gestão ambiental. Para a empresa de grande porte; houve uma fase inicial de implantação do programa, mas parou. Está em fase de implantação a ISO 9000 – Sistema de Gestão de Qualidade. Contudo as duas empresas possuem programa voltado para ações básicas como a coleta seletiva e desenvolvimento informal dos funcionários através de reuniões e palestras. As duas empresas fazem avaliação de impactos ambientais de suas atividades e tomam as medidas corretivas e mudanças quando necessário, sendo responsável a direção pelas questões ambientais em caso de acidentes.

## Implantação e operação

Com relação à fase de implantação e operação, foi observado que nas duas empresas os funcionários contribuem para melhorar o funcionamento da mesma, através de consciência de desperdício, separação do material para coleta seletiva, e consciência de limpeza.

As duas empresas não possuem uma sistemática bem definida de informação entre os seus vários setores, sendo feita somente através de reuniões e comunicação interna, como também não possuem uma sistemática para tratar de reclamações e/ou sugestões ambientais da comunidade do entorno.

Foi observado que as empresas não possuem um Sistema de Gestão Ambiental formal, portanto, não possuem um manual que contenha as exigências ambientais da empresa, e nem sistema de controle de documentos e registros. Assim não realizam auditorias ambientais, treinamento com os funcionários, e não tem um plano de emergência.

Por outro lado, as duas empresas realizam inspeções e controle dos aspectos ambientais, resíduos gerados, manutenção e calibração dos equipamentos, avaliando o seu desempenho ambiental e tomando as devidas ações corretivas e preventivas das não-conformidades.

Portanto, apesar de serem apenas algumas ações para implantação de um SGA, as duas empresas reportaram melhorias no processo a partir da aplicação de técnicas de reaproveitamento dos resíduos, redução de emissões e economia de energia, assim como do uso eficiente de matérias-primas e insumos. As melhorias envolveram as etapas da cadeia de fornecimento e foram direcionadas para economia de água, energia e matéria-prima, diminuindo assim os custos e protegendo o meio ambiente.

A redução do custo de disposição é diretamente relacionada à mudança na forma de tratamento do resíduo, ou seja, o resíduo que antes era disposto no solo passou a ser co-processado, como também há a diminuição do custo de transporte, onde deve-se à otimização dos volumes transportados e das viagens realizadas para os aterros.

É importante salientar que não foram reportados aspectos negativos a respeito das ações existentes em nenhuma das empresas. As duas empresas externaram somente sentimentos positivos sobre essas ações.

Portanto, com relação ao projeto de gestão ambiental o que se conclui é que a afirmação de que a gestão ambiental é um custo alto, principalmente, para as empresas de pequeno e médio porte “cai por terra”. No processo realizado pelas duas empresas avaliadas

fica evidente que a adoção da variável ambiental será um custo ou um benefício dependendo da postura que a empresa adotar na incorporação da variável ambiental.

Outro ponto que merece atenção é o impacto positivo que as ações ambientais ocasionaram dentro das empresas, indo desde a diminuição dos impactos ambientais, passando pela segurança do trabalhador e atingindo satisfação do funcionário, o que mostra que, a variável ambiental, veio para unir todas as outras variáveis dentro da empresa.

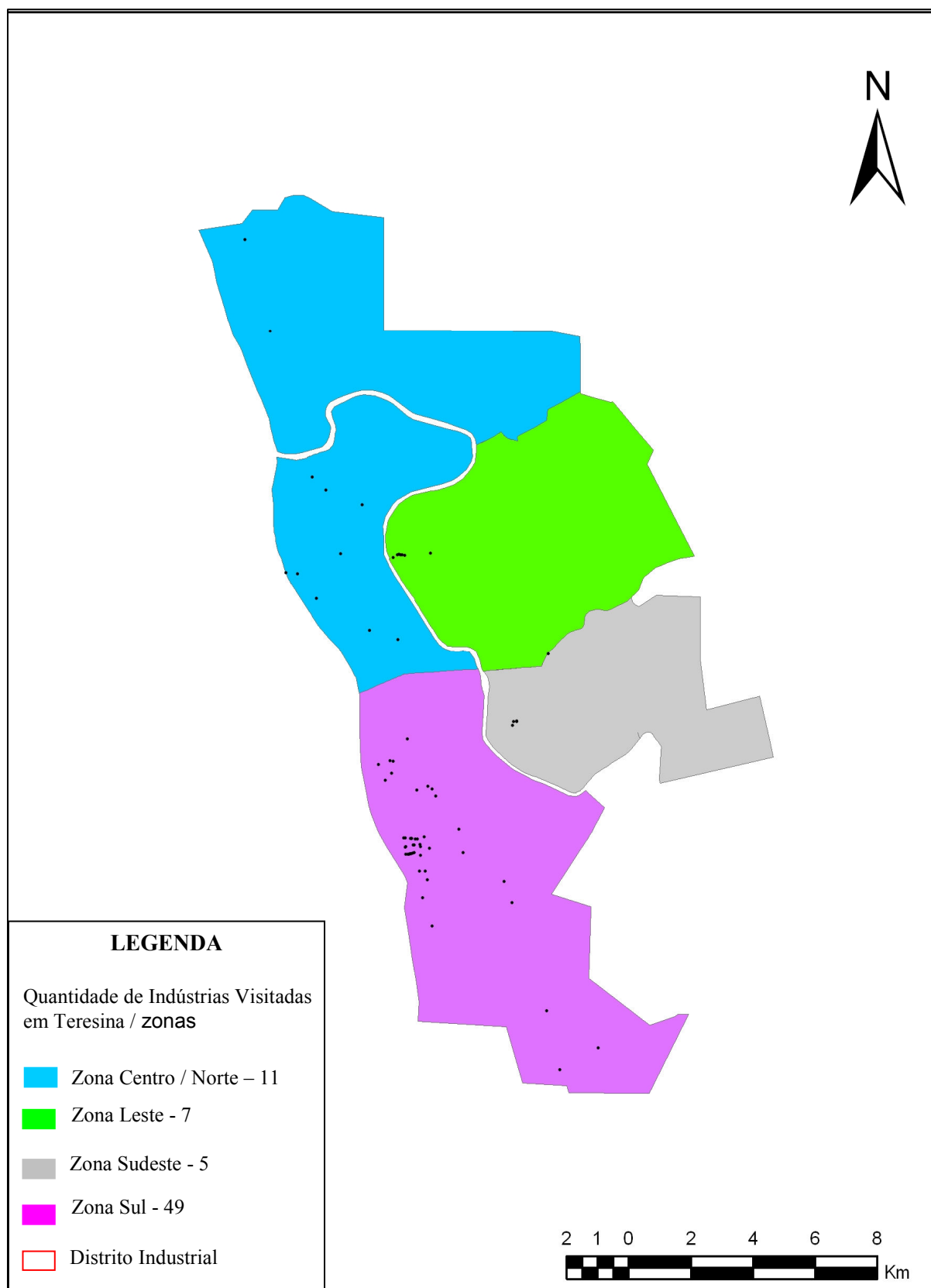
A execução de tais medidas resulta conseqüentemente em uma gestão sustentável, embasada na minimização dos custos, advindos da racionalização na utilização de materiais durante o processo produtivo e, na provável diminuição de impactos negativos. Desta forma, infere-se, que não obstante a busca da sustentabilidade ser uma responsabilidade coletiva, as pequenas ações individuais contribuem, sobremaneira, para um meio ambiente menos degradado. Logo, reconhece-se que um SGA e P+L são práticas que as organizações empresariais podem adotar com a finalidade de possibilitar uma produção sustentável.

### **3.5 Visualização e espacialização das Indústrias**

Para obtenção dos dados, foram coletadas as coordenadas das indústrias através do Global Position System (GPS), por meio de um equipamento Garmim Etrex, configurado para coletar pontos em coordenadas Universal Transverse Mercator (UTM), datum SAD 69. Os pontos foram tirados na entrada da indústria.

A base para a confecção dos mapas foi da Secretaria Municipal de Planejamento da Prefeitura de Teresina (SEMPPLAN), e a divisão em regiões esta de acordo com os limites das Superintendência de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente - SDU's (SDU CENTRO/NORTE, SDU LESTE, SDU SUL e SDU SUDESTE).

Após a organização das bases, foram inseridas as informações que foram geradas por meio do banco de dados, com suas respectivas coordenadas em UTM e as informações necessárias a cada mapa. Apresenta-se na figura 53 abaixo a distribuição espacial das indústrias.



**Figura 53:** Distribuição dos pontos coletados. Localização das Indústrias por zonas.

Evidencia na Figura 53 que Teresina divide-se administrativamente em quatro regiões, banhada praticamente em toda sua extensão pelos dois rios (Parnaíba e Poti), cuja

confluência se dá na zona centro/norte. Observa-se na figura que as maiorias das indústrias estão localizadas próximas ao rio Parnaíba, no distrito industrial, zona sul, onde se encontra o manancial que a Prestadora de Serviços Água e Esgotos do Piauí S/A (AGESPISA), abastece a cidade.

O sistema de abastecimento de água tem captação em frente à área do distrito industrial, caracterizada por um crescente aumento do número de habitações, sem o adequado sistema de saneamento, possibilitando o despejo de grandes quantidades de esgotos no rio, além do aumento de escoamento de resíduos industriais a montante da captação, na medida em que se encontram instaladas essas várias indústrias nas proximidades, sem o devido controle dos lançamentos.

A Fundação Rio Parnaíba – FURPA (2006), em parceria com a Prefeitura de Teresina, identificou mais de trinta pontos de poluição no rio Parnaíba e, dentre estes, estão as indústrias de confecções que lançam grandes quantidades de produtos químicos. Outros produtos químicos também são lançados no rio Paranaíba por outras atividades industriais tais como cloretos de alumínio, ferro, carbono e chumbo que são metais pesados, além de materiais sólidos como resto de tecidos, plásticos, e borracha.

O crescimento da atividade industrial e da ocupação humana pode inviabilizar a captação de água da concessionária deste serviço.

#### **4. CONCLUSÃO**

A quantidade total de resíduos gerados pelas indústrias de Teresina é considerada alta, havendo a necessidade da gestão e do gerenciamento efetivo, por parte das empresas, principalmente as de pequeno porte. Mesmo as empresas que se destacam em relação à preocupação ambiental, desconhecem Sistemas de Gestão Ambiental e as normas baseadas neste sistema.

Dos resíduos inventariados observou-se que houve uma maior geração nos resíduos de classe II A, sendo a indústria de Bebidas a maior geradora. Do mesmo modo esta atividade também foi a mais representativa na geração de resíduo de classe II B, e a indústria de Bicicleta a mais representativa quantitativamente em resíduo de classe I, tendo sua representação também na atividade gráfica.

Constatou-se que as indústrias que mais impactam o meio ambiente estão contidas no setor de confecções e atividade gráfica, pois lançam seus resíduos químicos sem tratamento no curso d' água. O setor de bebidas pode ser caracterizado como causador de impacto ambiental intermediário e o de bicicleta como de baixo impacto ambiental, tratando de forma adequada os seus resíduos.

As empresas que mais “poluem”, de uma forma geral, são as de pequeno porte, pois não reaproveitam os seus resíduos, não tendo o controle dos mesmos, sendo descartados como lixo. As estratégias de proteção ambiental executadas nas indústrias de pequeno porte ainda são ineficientes, sobrepondo o aspecto econômico às questões ambientais.

Para as grandes indústrias a legislação vigente e as leis do mercado parecem ser suficientes para garantir a sustentabilidade em relação aos resíduos sólidos gerados, contudo,

para as pequenas indústrias são necessárias políticas públicas, para tornar atrativo o aproveitamento dos resíduos sólidos industriais

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Resíduos Sólidos**. NBR – 10.004. Rio de Janeiro (RJ), 2004.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Sistema de gestão ambiental**: especificação para uso. NBR ISO 14.000. Rio de Janeiro, 1996.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Armazenamento de resíduos sólidos perigosos –procedimento**. NBR 12235. Rio de Janeiro, 1992b.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Armazenamento de resíduos classe II - não inertes e III- inertes – procedimento**. NBR 11174. Rio de Janeiro, 1990a.

ALMEIDA, F. **O bom negócio da sustentabilidade**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2002.

ANDRADE, R. O. B. de et al. **Gestão ambiental**: enfoque estratégico aplicado ao desenvolvimento sustentável. 4. ed. São Paulo: Makron books, 2004.

ARAÚJO, G. M. de. **Regulamentação do transporte terrestre de produtos perigosos**. Rio de Janeiro, 2001.

BAER, W. **A economia brasileira**. 2. ed. São Paulo: Nobel, 2002.



BANCO DO NORDESTE DO BRASIL. **Manual de Impacto Ambiental**, Fortaleza, 1999.

BARROS, Raphael T. de V. et alii. **Saneamento**. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 1995. (Manual de Saneamento e Proteção Ambiental para os Municípios, 2).

BRASIL. **Decreto nº 5.940, de 25 de outubro de 2006**. Brasília: Diário Oficial da República Federativa do Brasil, edição de 25 de outubro de 2006.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 313, de 29 de outubro de 2002**. Brasília: Diário oficial da União, edição de 22 de novembro de 2002.

BRASIL. Leis de Crimes Ambientais. **Lei nº 9.605 de 12 de fevereiro de 1998**. Brasília: Diário oficial da União, edição de 13 de fevereiro de 1998.

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

BRASIL. Lei Política Nacional de Meio Ambiente. **Lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981**. Brasília: Diário oficial da União, edição de 20 de setembro de 1981.

BRASIL, Departamento Nacional da Produção Mineral. **Silicose e sílico-tuberculose**. Rio de Janeiro, 1980. (Divisão de Fomento da Produção Mineral. Boletim, 89).

CÂMARA, G.; MEDEIROS, J. S. **Geoprocessamento para Projetos Ambientais**. São José dos Campos/SP. 1996, INPE.

CARMEN SAIZ, C. Del; VALÉRIO FILHO, M. **Técnicas de Geoprocessamento Aplicadas ao Levantamento e Integração de Dados do Meio Físico como subsídio ao Planejamento Conservacionista**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26., 1997, Rio de Janeiro: SBSCS, 1997. 1 CD-ROM.

CASTRO, J. M. A. **Resíduos perigosos no Direito Ambiental Internacional – sua internalização nos países do Mercosul**. Porto Alegre: Sérgio Antônio Fabris Editor, 2003.

CAVALCANT, A. P. B. **Análise Ambiental** – Métodos e Técnicas. Teresina, 2000.

CAVALCANTI, R. N. As normas da série ISO 14000. In: ROMERO, A. R. (org.). **Economia do meio ambiente: teoria, política e a gestão dos espaços regionais**. Campinas. INICAMP/IE, 2003.

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Resíduos Sólidos Industriais**. São Paulo: CETESB, 1993.

CNI - Confederação Nacional da Indústria. **A indústria e o Brasil: Uma agenda para o crescimento**. Brasília, 2002.

COX Jr., F. **Análise de Métodos de Acesso a Dados Espaciais Aplicados a Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados**. Dissertação de Mestrado em Computação apresentada ao IMECC-UNICAMP, Campinas, Dezembro de 1991.

CPDS - Comissão Política de Desenvolvimento Sustentável. **Agenda 21 brasileira**: bases para discussão. Brasília: MMA/PNUD, 2000.

CPRH/GTZ - Agência Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Inventário dos Resíduos Sólidos Industriais no Estado de Pernambuco**. Recife: CPRH/GTZ, 2000.

DALTRO FILHO, José. **Gerenciamento do lixo municipal**. São Cristóvão: Departamento de Engenharia Civil, UFS, 1997.

DYLLICK et al. **Guia da série de normas ISO 14001**: sistemas de gestão ambiental. Tradução: Beate Frank. – Blumenau: Edifurb, 2000.

DONAIRE, Denis. **Gestão ambiental na empresa**. São Paulo: Atlas, 2003.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO PIAUÍ. **Guia Industrial do Piauí**. Teresina: FIEPI, 2000.

FERREIRA, Aracéli, de Souza. **Custos Ambientais** – Uma visão de Sistemas de Informação. In: I SEMINÁRIO DE CONTABILIDADE AMBIENTAL, Salvador – BH, 2001. Disponível em: <<http://www.wwiuma.org.br/>>. Acesso em: 10 de abr. 2002.

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. São Paulo. 2001.

FONSECA, E. **Iniciação ao Estudo dos Resíduos Sólidos e da Limpeza Urbana**, 2ª ed. – [S/Cidade], JRC Editora, 2001.

FONTES, L. F. **Impactos Ambientais do Uso agrícola do solo**. Brasília-DF, Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior, 1995.

FORMAGGIO, A. R.; ALVES, D. S.; EPIPHANIO, J. C. N. **Sistemas de Informações Geográficas na Obtenção de Mapas de Aptidão Agrícola e de Taxa de Adequação de Uso das Terras**. R. Bras. Ci. Solo, v. 16, p.249-256, 1992.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Manual de Saneamento**. 3. ed.- Brasília: Ministério da Saúde: Fundação Nacional de Saúde, 2004.

GRIPPI, Sidney. **Lixo, reciclagem e sua história: guia para as prefeituras Brasileiras**. Rio de Janeiro: Interciência, 2001.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Rio de Janeiro: 2007.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Rio de Janeiro: 2005.

KINLAW, Dennis C., **Empresa competitiva e ecológica: desempenho sustentado na era ambiental**. São Paulo: Makron Books, 1997. 250p.

LEFF, E. **Saber ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder**. Petrópolis: Vozes, 2001.

LIMA, M. G. de. **Estimativa da Temperatura do ar no Piauí**. Teresina: UFPI, 2002.

MACHADO, M. L. **Caracterização de Agroecossistemas Cafeeiros da Zona da Mata de Minas Gerais, usando Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas**. 2002. 137p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

MAIMON, D. Economia e a Problemática Ambiental. In: **As Ciências Sociais e a Questão Ambiental: rumo à interdisciplinariedade**. VIEIRA, P. F. & MAIMON, D. (Org.), Belém: APED/NAEA, 1993.

MDIC - Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. **Fórum de Competitividade: diálogo para o desenvolvimento**. Cadeia produtiva de couros e calçados. Brasília-DF, 2001.

MENDES, F. **Economia e desenvolvimento do Piauí**. Teresina: Fundação Monsenhor Chaves, 2003.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE / PNUP. **Agenda 21 Brasileira**: bases para discussão. Brasília, MMA/PNUD, 2001.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação**. São José dos Campos. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). 2001. 208p.

MOREIRA, M. S. **Estratégia de Implantação de Sistema de Gestão Ambiental Modelo Iso 14000**. Belo Horizonte; Editora de desenvolvimento gerencial, 2001.

NETO, A. **Geografia e história do Piauí**: da pré-história à atualidade. 3ª edição. Teresina: geração 70, 2003.

PEREIRA FILHO, F. **Indústria teresinense**: aspectos da qualidade e da competitividade. In: **Carta Cepro**. Teresina; v.22; n.2; julho-dezembro 2003.

PIAUÍ. SECRETARIA DE PLANEJAMENTO (SEPLAN). **Piauí: visão global**. 2. ed. rev. Teresina: 2003.

PIAUÍ. SECRETARIA DE PLANEJAMENTO (SEPLAN). **Piauí: um estado diferente**. 2. ed. Teresina: 2000.

REZENDE, M. A. M. **Método de Acesso para Banco de Dados Espaciais. Relatório Técnico**. CCR-142, Centro Científico RIO, IBM. Brasil, Janeiro, 1992.

RIBEIRO, E. **Indústria produz canos através de lixo reciclado**. Caderno Cidades, Jornal Meio Norte (PI) de 14/06/2007.

SANTANA, R. N. M. de (Org). **Piauí: Formação - Desenvolvimento - Perspectiva**. Teresina, Halley, 1995.

SANTOS, R. F. dos. **Planejamento Ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

SCHALCH, V. **Estudo da geração, acondicionamento, coleta e tratamento dos resíduos sólidos urbanos e industriais**. Curso de Especialização em Engenharia Sanitária e Ambiental (apostila). Sergipe: UFS, 1999.

Secretaria Estadual da Fazenda do Piauí (SEFAZ). **Cadastro de Empresas Industriais com Incentivos Fiscais Estaduais**. 2005.

SEMACE - Superintendência Estadual do Meio Ambiente. **Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Industriais**. Fortaleza: SEMACE; MMA/FNMA, 2004.

SISINNO, C. L. S.; OLIVEIRA, R. M. **Resíduos sólidos, ambiente e saúde: uma visão multidisciplinar**. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2000.

SUDEMA - Superintendência de Administração do Meio Ambiente. **Inventário de Resíduos Sólidos Industriais do Estado da Paraíba – Brasil**. João Pessoa: SUDEMA, 2004.

Teresina Agenda 2015. **Plano de Desenvolvimento Sustentável**, 2002, 100 p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ. Centro de Tecnologias Limpas. Desenvolvido pelo Núcleo de Tecnologias Limpas. **Informações sobre Tecnologias Limpas**, 2002.

UNEP (United Nations Environment Programme). **Cleaner production status report**. 2001 a. Disponível em <<http://www.unep.org>>, acesso em 22 de março de 2005.

VALLE, C. E. do. **Qualidade ambiental**: o desafio de ser competitivo protegendo o meio ambiente. São Paulo: Pioneira, 1996.

VON SPERLING, M. **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

ZIGLIO, L. **A Convenção de Basiléia e o Destino dos Resíduos Sólidos Industriais no Brasil**. 2005. 140 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

## APÊNDICE

## Apêndice 1 - Questionário – Inventário

## Informações Gerais da Indústria

## I – Razão Social da Indústria

Nome Fantasia	

## II – Endereço

Logradouro/n.º					
Bairro/Distrito		Município			
Estado		CEP		CNPJ	

## III – Contato Técnico

Nome		Cargo	
E-mail		Telefone	

## IV – Características da atividade industrial

1. Atividade principal da indústria					
2. Período de produção					
Horas por dia		Dias por semana		Meses por ano	
3. Área útil total (m²)					
4. Coordenadas Geográficas da unidade industrial					
Latitude	Graus		Minutos		Segundos
Longitude	Graus		Minutos		Segundos

## Informações sobre o Processo de Produção da indústria

## V – Matérias-primas e insumos utilizados

Matérias-primas e Insumos	Quantidade Atual (por ano)	Capacidade Máxima (por ano)	Unidade de Medida

## VI – Produtos fabricados

Produtos	Quantidade Atual (por ano)	Capacidade Máxima (por ano)	Unidade de Medida



### Etapas do Processo de Produção da Indústria

#### Processo de Produção e os resíduos gerados

Nome da Etapa	Descrição	Resíduos Gerados	Destino do resíduo
			<b>1- Sem destino definido ( )</b>  <b>2- Com destino para a própria Indústria ( )</b>  <b>3- Com destino para fora da Indústria ( )</b>
<b>1- Informações sobre os resíduos sólidos SEM DESTINO DEFINIDO</b>			
<b>Resíduo:</b>			
<b>Descrição do Resíduo</b>		<b>Classe</b>	<b>Estado Físico</b>
<b>Tipo de Armazenamento:</b>			
<b>Descrição do Tipo de Armazenamento:</b>		<b>Quantidade (tonelada/ano)</b>	
<b>2- Informações sobre os resíduos sólidos COM DESTINO PARA A PRÓPRIA INDÚSTRIA</b>			
<b>Resíduo:</b>			
<b>Descrição do Resíduo</b>		<b>Classe</b>	<b>Estado Físico</b>
<b>Tipo de Armazenamento:</b>			
<b>Descrição Armazenamento:</b>		<b>Quantidade (ton/ano)</b>	
<b>Tratamento, Reutilização, Reciclagem:</b>			
<b>Descrição:</b>		<b>Quantidade (ton/ano)</b>	
<b>3- Informações sobre os resíduos sólidos COM DESTINO PARA FORA DA INDÚSTRIA</b>			
<b>Resíduo:</b>			
<b>Descrição do Resíduo</b>		<b>Classe</b>	<b>Estado Físico</b>
<b>Tipo de Armazenamento:</b>			
<b>Descrição Armazenamento:</b>		<b>Quantidade (ton/ano):</b>	
<b>Destino:</b>			
<b>Razão Social do Destino:</b>			

<b>Endereço do Destino:</b>	
<b>Bairro:</b>	
<b>Município:</b>	<b>Estado:</b>
<b>Tratamento, Reutilização, Reciclagem:</b>	
<b>Descrição:</b>	<b>Quantidade (ton/ano):</b>

<b>Dados pertinentes sobre a Indústria</b>
--

<b>Porte da Atividade (Nº de Funcionários)</b>			
	<b>Grande</b>		<b>Médio</b>
			<b>Pequeno</b>
<b>Programa - Responsabilidade Sócio-Ambiental (certificação)</b>			
<b>( ) Sim - Especificar:</b>			<b>( ) Não</b>
<b>Certificação</b>	<b>( ) Sim – Especificar</b>		<b>( ) Não</b>
<b>Que tipo de energia é utilizada na empresa?</b>			
	<b>Elétrica</b>		<b>Lenha</b>
			<b>Caldeira</b>
	<b>Óleo:</b>	<b>Gasto de Energia em termos de KW:</b>	
<b>Caracterização do ecossistema no entorno da atividade</b>			
<b>Especificar:</b>			

**Obs:**

## **Apêndice 2 - Questionário – Sistema de Gestão Ambiental**

### **POLÍTICA AMBIENTAL**

- 1- A empresa tem compromisso em proteger e não degradar o meio ambiente? De que modo?
- 2- O empresário tem consciência de que a empresa tem que ter uma responsabilidade ambiental?

### **PLANEJAMENTO**

#### **Aspectos Ambientais**

- 3- A empresa tem conhecimento do todos os resíduos gerados?
- 4- Possui o controle e/ou administra os mesmos?

#### **Exigências legais**

- 5- Existe uma legislação ambiental que a empresa tem que obedecer, ou uma legislação ambiental para tipo de resíduo gerado pela empresa?
- 6- O proprietário e os funcionários tem conhecimento da legislação ambiental?

#### **Objetivos e Metas**

- 7- Além de gerar lucro e empregos, há alguma outra ação desta empresa em benefício da sociedade?
- 8- O que a empresa faz para controlar e dar uma destinação correta dos resíduos?
- 9- O que a empresa faz quando impacta o meio ambiente?

#### **Programa de Gestão Ambiental**

- 10- A empresa possui um programa de gestão ambiental para melhorar o funcionamento da mesma?
- 11- Quais as ações que são implementadas no programa?
- 12- Possui um responsável específico?

### **IMPLEMENTAÇÃO E OPERAÇÃO**

#### **Estrutura organizacional e responsabilidade**

- 13- Qual a função dos funcionários em melhorar o funcionamento da empresa?
- 14- A empresa possui um organograma e foi apresentado a toda a empresa?

15- Já houve uma questão ambiental? Quando houver que setor responde, jurídico, recursos humanos, administração?

#### **Conscientização e treinamento**

16- A empresa realiza treinamento com os funcionários relacionado a área ambiental, aproveitamento dos resíduos, e como agir com relação aos impactos ambientais reais ou potenciais?

#### **Comunicação**

17- Como flui a informação entre os vários setores da empresa?

18- A empresa possui um sistema que receba informações da comunidade do entorno (ouvidoria)?

#### **Documentação do sistema de gestão ambiental**

19- A empresa possui um manual que contenha as exigências ambientais da empresa?

#### **Controle de documentos**

20- A empresa possui um sistema de controle de documentos?

21- Mantêm atualizados?

22- Os documentos da empresa são de acesso ao público (transparência)?

#### **Controle operacional**

23- A empresa realiza inspeções sobre o controle dos aspectos ambientais?

24- A empresa realiza a manutenção e calibração dos equipamentos?

#### **Situações de emergência**

25- A empresa possui algum plano de emergência em relação a algum acidente ambiental?

26- Realiza treinamento com os funcionários?

### **VERIFICAÇÃO E AÇÃO CORRETIVA**

#### **Monitoramento e avaliação**

27- A empresa avalia o desempenho ambiental de acordo com os objetivos e metas estabelecidos?

**Não conformidade, ações corretivas e ações preventivas**

28- A empresa possui um responsável específico para investigar as não-conformidades?

29- Toma as devidas ações corretivas e preventivas das não-conformidades?

**Registros**

30- A empresa registra todos os resultados?

**Auditorias**

31- A empresa realiza auditorias a fim de constatar se as pretensões autogeridas estão sendo mantidas?

32- A empresa documenta os resultados da auditoria e apresenta a alta direção?

**AVALIAÇÃO PELA ALTA DIREÇÃO**

33- O empresário faz uma análise crítica do sistema de gestão ambiental e determina as devidas alterações?

## **ANEXO**

**Principais Indústrias de Teresina**

**Plast Nor – Plásticos do Nordeste LTDA**  
Rua B, lote 05/06, Distrito Industrial.

**CIPLAST – Ind. e Com de Plásticos**  
Rua C, lote 150, nº 640, Distrito Industrial.

**Indústria e comércio Xingu LTDA**  
Rua C, lote 146 / A, Distrito Industrial.

**Óleos e Pigmentos LTDA – Olepil**  
Rua C, lote 147 / A, Distrito Industrial.

**Pluriquímica Ind. e Com. LTDA**  
Rua D, nº 355, Distrito Industrial.

**Versátil Indústria**  
Rua D, Distrito Industrial.

**Inbopil- Ind. de Borracha**  
Rua E, lote 142, Distrito Industrial.

**Polifibra Comércio e Indústria LTDA**  
Distrito Industrial.

**C.T.C. Centro de Tecnologia de cerâmica**  
Rua D, lote 122/123 nº 840, Distrito Industrial.

**Tubos Corisco**  
Av. Airton Sena 3333 Porto Alegre, Rua Goitacás, Porto Alegre. Tel. 3219-7373

**Dureino S.A - Derivados de óleos vegetais**  
Rua Livramento, 206, Terminal de Petróleo. Tel. 234-1112

**Cerâmica Poty Ltda**  
Rua Artur Vasconcelos Norte, 5200. Tel. 3235-1196

**Cecal-cerâmica Carajás Ltda**  
Estr Teresina - David Caldas, S/n Km 7 David Caldas. Tel. 3211-7000

**Cerâmica Santana**  
Pov Santana, 1 Km 4 Santa Maria da Codipi. Tel. 3211-1157

**Cil-Cerâmica Industrial Ltda**  
Rod Pi 130, S/n Km 17 – Rodovia. Tel. 3219-4922

**Cerâmica Alvorada**  
Pov Alegria, S/n Povoado Alegria. Tel. 3227-7201

**Cerâmica Mafrense Ltda**  
Pov Cerâmica Mafrense, S/n Km 21 Zona Rural. Tel. 3216-4200

**Cerâmica Vitória**  
Via Tec Rua Oeiras, 3340, Bairro São Pedro. Tel. 218-6032

**Granpiso**  
Av. Universitária, Ininga. Tel. 3233-1939

**Polipiedras**  
Av. Universitária, 60 Ininga. Tel. (86) 3232-5901

**Margran**  
Av. Universitária, 177 Ininga. Tel. 3233-1399

**Construpedra**  
Av. Universitária, 251 Ininga. Tel. 3233-3292

**Servgran**  
Av. Universitária, 271 Ininga. Tel. 3233-2990

**Grampol**  
Rua C Lt 148 - Distrito Industrial Tel. 3219-3639

**Marmopil**  
Avenida Industrial Gil Martins, 783 – Taboleta. Tel. 3218-2733

**Marmoraria São Jose**

Rodovia Br 316, 12661 Km 7 - St Antonio  
Tel. 3211-1838

**Marmoreal Granitos**

Rodovia BR 343, 1852 – Comprida. Tel.  
3236-3073

**Degrau Granito**

Rodovia BR 343, 1862 – Comprida. Tel.  
3236-1455

**Metalúrgica Keise**

Av. Miguel Rosa 6494. Tel. 8808-3682

**Aco Flex**

Rua E Lt 70 - Distrito Industrial.  
Tel. 3227-4742

**Afal S/A Ind e Com Produtos Metalurgicos**

Avenida Henry Wall De Carvalho, 7245 – Triunfo. Tel. 3227-1090

**Gráfica do Povo**

Avenida Centenario, 2110 – Aeroporto.  
Telefone: (86) 2107-5000

**Gráfica Invista**

Rua Dr. Arêa Leão, 735 Centro/Norte.  
Tel. 221-0215 / 9974-4821

**Gráfica UFPI**

Campus Universitário Ministro Petrônio Portella - Bairro Ininga.

**Unifardas**

Rua João Cabral, 2328, Bairro Pirajá.  
Tel. 213-7113

**Gota D'água presentes ind. Com. Ltda**

Rua D, SIN, Distrito Industrial.  
Tel. 220-1515/227-1725

**Guadalajara**

Av. Getúlio Vargas, 1200 Tabuleta.  
Tel. 218-3555

**Zuffor**

Parque Piauí

**Lazule Jeans**

Rod. BR-343, 1893. Tel. 236-2337

**Marcenaria São Francisco**

Rua A, S/n Lt 1c Distrito Industrial. Tel.  
3227-3765

**Stilos Móveis**

Rua E, S/n, Distrito Industrial.

**Magazine Samira Ltda**

Rua D, lote 130, Distrito Industrial.

**F.C Matos**

Rua E. 1105, Distrito Industrial.

**Socimol**

Av. Pedro Freitas, 4000 Tabuleta. Tel.  
3131-6300

**Icapi**

Rua C lote 147, Distrito Industrial.

**Ind Alim Carolina**

Rua C lote 138, Distrito Industrial.

**Ind. de alimentos**

Rua E, s/n, lote 82, Distrito Industrial.

**Cevap – Cerealista Ind. Vale do Parnaíba**

Rua E, lote 73, Distrito Industrial. Tel.  
3227-1471

**Guarani Ind. e Com Ltda**

Rua E, lote 74, Distrito Industrial. Tel.  
3220-6999

**Cerealista Tucano**

Rua E , lote 74, Distrito Industrial. Tel.  
3227-3133

**Piauí Milho**

Rod. BR-316, SIN, km 20, Pólo Industrial Sul. Tel. 219-1515 e 233-7737

**Flora Mel**

Via Estrutural Arterial 1, 6266 Pólo Industrial Sul. Tel. 219-4000



**Frut Polpa (Polpas de frutas)**

Rua A, 1090, Conj. Angelim III. Tel. 211-7473

**Mapil - Indústria de Produtos Alimentícios**

Av. Henry Wall de Carvalho - Bairro Tabuleta. Tel. 227-1643 e 9482-7078

**Coca-Cola**

Av. União, 3020, Bairro Água Mineral. Tel. 216-6800

**Agroindustrial Cajueiro**

Av. Boa Esperança, 3401 – Matadouro.

**Leite Junco**

Rod. PI-130, SIN, Km I – Rodovia. Tel. 227-2287

**Ambev**

Av. Henry Wall de Carvalho 7220.

**Relva Refrigerantes**

M Socorro, 3175 km 7. Tel. (86) 3220-2600

**Ind. de calçados Lara Gabriele LTDA**

R. Fiscal José de Castro, 3284, Matadouro. Tel. 3213-1765

**Fábrica de Calçados São Raimundo**

R. Barroso, 416, Norte-centro. Tel. 3221-6728

**Ortocon**

Av. Miguel Rosa, 2988. Norte-centro. Tel. 3221-1859

**Tentação**

Av. Universitária, 358 Fátima. Tel. 3232-7888

**Calçados Klige**

Av. Pedro Freitas, 3284. São Pedro. Tel. 3218-2841

**Cacique Pneus**

Rua Prudente de Moraes, 4365, B.Lourival Parente. Tel. 220-2143

**Royal Pneus**

Av. Wall Ferraz, 4670, B. Lourival Parente. Tel. 32206665

**São Francisco Pneus**

BR-316, Km-01, n 4290. Tel. 2106-7000

**Itaim Veículo**

BR 316, Km 03, 4785 Z. Rural. Tel. 3220-6700 / 3220-6717

**Total Truck**

Rod. BR-343, 1893.

**Bike do Nordeste S/A**

Av. Gil Martins 800, Tabuleta. Tel. 3218-6060