

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA DE BAURU
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**OPORTUNIDADES DE MELHORIAS NO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS
SÓLIDOS EM UMA INDÚSTRIA DE PLÁSTICOS: UM ESTUDO DE CASO**

ALLAN THOMAZ DE ARAÚJO

Prof.^a Dra. Rosane Aparecida Gomes Battistelle
Orientadora

Bauru
2014

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA DE BAURU
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

ALLAN THOMAZ DE ARAÚJO

**OPORTUNIDADES DE MELHORIAS NO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS
SÓLIDOS EM UMA INDÚSTRIA DE PLÁSTICOS: UM ESTUDO DE CASO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Faculdade de Engenharia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção, sob orientação da Prof^a. Dra. Rosane Aparecida Gomes Battistelle e coorientação do Prof. Dr. Manuel Joaquim Duarte da Silva.

Bauru
2014

Araújo, Allan Thomaz de.

Oportunidades de melhorias no gerenciamento de resíduos sólidos em uma indústria de plásticos: um estudo de caso / Allan Thomaz de Araújo, 2014

137 f.

Orientadora: Rosane Aparecida Gomes Battistelle
Coorientador: Manuel Joaquim Duarte da Silva

Dissertação (Mestrado)-Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia, Bauru, 2014

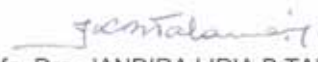
1. Gestão Ambiental Empresarial. 2. Produção mais Limpa. 3. Plástico. 4. Estudo de caso. I. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia. II. Título.

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE ALLAN THOMAZ DE ARAUJO, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, DO(A) FACULDADE DE ENGENHARIA DE BAURU.

Aos 26 dias do mês de março do ano de 2014, às 08:30 horas, no(a) ANFITEATRO DO STI DA FACULDADE DE ENGENHARIA DE BAURU, reuniu-se a Comissão Examinadora da Defesa Pública, composta pelos seguintes membros: Profa. Dra. ROSANE APARECIDA GOMES BATTISTELLE do(a) Departamento de Engenharia Civil / Faculdade de Engenharia de Bauru, Profa. Dra. BARBARA STOLTE BEZERRA do(a) Departamento de Engenharia Civil / Faculdade de Engenharia de Bauru, Profa. Dra. JANDIRA LIRIA B TALAMONI do(a) Departamento de Ciências Biológicas / Faculdade de Ciências de Bauru, sob a presidência do primeiro, a fim de proceder a arguição pública da DISSERTAÇÃO DE MESTRADO de ALLAN THOMAZ DE ARAUJO, intitulado "POSSIBILIDADES DE MELHORIAS NO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM UMA INDÚSTRIA DE PLÁSTICOS: UM ESTUDO DE CASO". Após a exposição, o discente foi arguido oralmente pelos membros da Comissão Examinadora, tendo recebido o conceito final: APROVADO. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que, após lida e aprovada, foi assinada pelos membros da Comissão Examinadora.


Profa. Dra. ROSANE APARECIDA GOMES BATTISTELLE


Profa. Dra. BARBARA STOLTE BEZERRA


Profa. Dra. JANDIRA LIRIA B TALAMONI

Dedico este trabalho aos meus pais, Cláudio Tomaz de Araújo e Neusa Dorador de Araújo, que sempre foram o meu referencial de caráter, disciplina e persistência. Aos meus queridos avós Renato[†], Maria Lúcia[†], Altino[†] e Olídia por todo o carinho e os ensinamentos ao longo de minha formação como pessoa e cidadão. Em especial, à Ariane Rosa, por seu amor, companheirismo, confiança e incentivo.

AGRADECIMENTOS

À Deus, que sempre me guia, conforta em todas as caminhadas e ajuda a quebrar todas as barreiras através do poder da fé.

Aos meus amados pais, Claudio Tomaz de Araújo e Neusa Dorador de Araújo, por toda educação, amor, carinho e dedicação que sempre me proporcionaram.

À minha amada Ariane Rosa, que sempre me apoia e caminha ao meu lado. Muito obrigado por me incentivar e ser minha companheira nestes momentos tão importantes.

Eterna gratidão à minha querida orientadora e amiga, Rosane Ap. Gomes Battistelle, que está ao meu lado há mais de 5 anos, auxiliando e aconselhando.

Às professoras Bárbara e Jandira, por toda a paciência, carisma e valiosa contribuição na realização deste trabalho.

Aos meus amigos Igor e Raquel, por toda a força e parceria dedicadas nesta jornada, possibilitando o meu crescimento pessoal e profissional.

Ao meu coorientador, Prof. Dr. Manuel Joaquim Duarte da Silva, por todos os momentos e ensinamentos.

Aos grandes Carlos Sette Jr., Víctor Moutinho, Rodolfo Neves, Guilherme Hosaka e Rafael Alvarenga. Todos são preciosos amigos, conselheiros e parceiros de pesquisa com os quais tive a honra de conviver.

À UNESP, pela oportunidade em graduar-me e tornar-me um pesquisador.

RESUMO

Em um cenário ambiental cada vez mais exigente, as empresas necessitam gerenciar os resíduos sólidos gerados em seu processo produtivo, os quais outrora eram destinados sem qualquer preocupação ou punição a locais despreparados para recebê-los. Devido à pressão exercida pelos diversos órgãos fiscalizadores e também pelos *stakeholders* envolvidos, as indústrias tendem cada vez mais a se tornarem proativas quanto ao gerenciamento de seus resíduos e emissões. No Brasil, a Lei n.º 12.305/2010 institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, estabelecendo a hierarquia correta no gerenciamento dos resíduos, determinando a minimização destes e abandonando as chamadas técnicas de fim de tubo. Neste contexto, a produção mais limpa surge como uma importante abordagem utilizada para combater o aumento da degradação do meio ambiente e auxiliando no processo de minimização dos resíduos em diversos sistemas produtivos. Desta forma, o objetivo desta pesquisa foi avaliar, através de um estudo de caso desenvolvido em uma indústria de grande porte do setor de transformados plásticos, em específico de utilidades domésticas, as práticas de gerenciamento de resíduos sólidos pelo método de produção mais limpa, com a finalidade de identificar oportunidades de otimização no gerenciamento dos resíduos e minimizar a sua geração. Constatou-se no estudo que a empresa possui um programa de gerenciamento de resíduos bem definido, porém, não há qualquer respaldo técnico, apoio da diretoria ou estudos que viabilizem o êxito desta atividade, deixando o time multifuncional existente incumbido apenas do monitoramento da saída dos materiais destinados às empresas terceirizadas. Com a finalidade de alinhar o gerenciamento dos resíduos à legislação, propôs-se a elaboração de um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS), sendo monitorado e atualizado constantemente, num processo de melhoria contínua. Propõem-se também melhores práticas de fabricação e manuseio de materiais através da realização de treinamentos com os colaboradores e alterações operacionais.

Palavras-chave: Gestão Ambiental Empresarial. Produção mais Limpa. Plástico. Estudo de caso.

ABSTRACT

In an increasingly demanding environmental scenario, the companies need to manage solid waste generated in its production process which was once intended without any concern or punishment to local unprepared to receive them. Due to the pressure exerted by the various regulatory agencies and also by the stakeholders involved, the industries tend increasingly to become proactive about the management of their wastes and emissions. In Brazil, the Law n. ° 12.305/2010 establishing the National Solid Waste Policy, establishing the correct hierarchy in waste management, determining the minimization of these techniques and abandoning calls to end of pipe . In this context, the cleaner production emerges as an important approach used to combat the increasing degradation of the environment and aiding in minimization of waste in various production systems process. Thus, the objective of this research was to evaluate, through a case study developed in a large industry of processed plastics industry, in particular, housewares, the practices of solid waste management based in cleaner production method, in order to identify opportunities to optimize the management of waste and minimize its generation. It was found in the study that the company has a management program well defined residues, however, there is no technical support, support of direction or studies that enable the success of this activity, leaving the existing multifunctional team responsible only monitoring the output of materials for subcontractors. In order to align with the waste management legislation, proposed the preparation of a Management Plan for Solid Waste, constantly being monitored and updated on a continuous improvement process. We also propose best practices in manufacturing and materials handling through training sessions with employees and operational changes.

Keywords: Corporate Environmental Management. Cleaner Production. Plastic. Case study.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Resumo esquemático da estrutura do trabalho.	17
Figura 2: Diagrama esquemático de algumas definições.	23
Figura 3: Balanço de massa do processamento de produtos e serviços.	23
Figura 4: Integração dos etapas envolvidas no gerenciamento de resíduos.	25
Figura 5: Hierarquia no gerenciamento de resíduos.....	28
Figura 6: Técnicas de redução da poluição.	29
Figura 7: Caracterização e classificação dos resíduos sólidos.	33
Figura 8: Etapas da implementação de um programa de Produção mais Limpa.....	38
Figura 9: Etapas da implementação da P+L.....	39
Figura 10: Etapas de implementação de um programa de prevenção à poluição.....	40
Figura 11: Modelo de declaração de intenções.	41
Figura 12: Exemplo de organograma funcional.	43
Figura 13: Modelo de um fluxograma qualitativo do processo.....	46
Figura 14: Modelo de fluxograma quantitativo do processo.....	47
Figura 15: Modelo de Diagrama de Ishikawa.	53
Figura 16: Partes de um molde com gaveta.	60
Figura 17: Exemplo de Molde Stack.....	61
Figura 18: Modelo de máquina injetora horizontal.	61
Figura 19: Unidade de injeção e seus componentes.....	62
Figura 20: Ciclo do processo de moldagem plástica por injeção.	63
Figura 21: Macrofluxo do processo produtivo na Indústria Y.	71
Figura 22: Cinemática do processo de usinagem.	72
Figura 23: Resinas ou “borras” para reciclagem.	76
Figura 24: Moinho para plásticos reaproveitáveis no processo.....	76
Figura 25: Modelo genérico de uma extrusora.....	77
Figura 26: Matéria prima reciclada através do processo de moagem/extrusão.....	78
Figura 27: Fluxograma qualitativo da etapa de torneamento do molde.	79
Figura 28: Fluxograma qualitativo da etapa de moldagem plástica do NP.....	80

Figura 29: Fluxograma qualitativo da etapa de embalagem do NP.....	80
Figura 30: Fluxograma quantitativo do processo de fabricação do NP.....	83
Figura 31: Armazenagem parcial do papelão.....	85
Figura 32: Armazenagem parcial do <i>liner</i>	85
Figura 33: Aparas de papelão e <i>liner</i> prontos para a venda.	86
Figura 34: Armazenagem parcial do cavaco de aço contaminado.	86
Figura 35: Bandeja de retenção do fluido de corte esgotado.....	87
Figura 36: Armazenagem final do cavaco de aço contaminado.....	87
Figura 37: Armazenagem final do fluido de corte.	88
Figura 38: Filme de PEBD armazenado parcialmente em raques.....	88
Figura 39: Armazenagem parcial de embalagens de BOPP em raques.....	89
Figura 40: Armazenagem parcial de óleo hidráulico e lubrificante	90
Figura 41: Armazenagem parcial de estopas e panos contaminados.	91
Figura 42: Armazenagem final de estopas contaminadas	91
Figura 43 - Modelo genérico de um paletizador	111
Figura 44 - Exemplo de paletizador manual	111

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Diferenças entre as estratégias de fim de tubo e a P+L.....	35
Quadro 2: Modelo de distribuição das responsabilidades do Ecotime.....	42
Quadro 3: Exemplos de indicadores de desempenho.....	49
Quadro 4: Indicadores associados à geração de resíduos.....	50
Quadro 5: Fatores envolvidos na geração de resíduos industriais.....	52
Quadro 6: Exemplos de causas e suas definições.....	53
Quadro 7: Sequência de priorização das estratégias de P+L.....	54
Quadro 8: Questões para a escolha das medidas de P+L.....	57
Quadro 9: Classificação dos resíduos de acordo com a NBR 10.004/2004.....	82
Quadro 10: Manuseio e gerenciamento dos resíduos.....	93
Quadro 11: Barreiras no desenvolvimento das atividades do programa.....	102
Quadro 12: Comparação entre o método P+L com as práticas da empresa.....	104
Quadro 13: Medidas para minimizar a contaminação e descarte do fluído de corte.....	108
Quadro 14: Métodos de separação do cavaco do fluído de corte.....	109
Quadro 15: Resumo das oportunidades de P+L identificadas.....	118

LISTA DE TABELAS

Tabela 1– Porcentagem dos resíduos gerados.....	84
Tabela 2 - Indicadores de gerenciamento dos resíduos gerados.....	97
Tabela 3- Comparação entre as práticas atuais e empregando a P+L.	109
Tabela 4 - Comparação entre os tipos de paletização	112
Tabela 5 - Relação de custos de óleo	114
Tabela 6 - Comparação entre os custos com estopas em relação às toalhas	116

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Distribuição da utilização do papelão.....	105
Gráfico 2: Distribuição do fluido de corte descartado.....	107

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABIPLAST	Associação Brasileira das Indústrias de Plástico
BNDES	Banco Nacional do Desenvolvimento
BOPP	<i>Biaxially Oriented Polypropylene</i>
CEBDS	Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável
CETESB	Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental
CMMAD	Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento
CNC	Computer Numeric Control
CNPML	Centro Nacional de Produção mais Limpa
CQI	Controle de Qualidade Interno
CNTL	Centro Nacional de Tecnologias Limpas
CNUMAD	Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
MQL	Minimal Quantity of Lubricant
NBR	Norma Brasileira
NP	Novo Produto
ONU	Organização das Nações Unidas
ONUDI	Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial
P+L	Produção mais Limpa
PA	Poliamida
PCP	Planejamento e Controle da Produção
PDCA	Ciclo de melhoria contínua
PE	Polietileno
PEBD	Polietileno de baixa densidade
PGRS	Plano de Gerenciamento de Resíduos
PIB	Produto Interno Bruto
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PNUMA	Programa das Nações Unidas sobre Meio Ambiente
PP	Polipropileno
PVA	Polyvinyl Acetate Adhesive
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
SGA	Sistema de Gestão Ambiental
SISNAMA	Sistema Nacional de Meio Ambiente
SNVS	Sistema Nacional de Vigilância Sanitária
SUASA	Sistema Único de Atenção à Sanidade Agropecuária
UNEP	United Nations Environment Programme
UNIDO	United Nations Industrial Development Organization

SUMÁRIO

RESUMO	18
ABSTRACT	19
LISTA DE FIGURAS	20
LISTA DE QUADROS	22
LISTA DE TABELAS	23
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	25
INTRODUÇÃO.....	12
Justificativa	13
Objetivos.....	14
Estrutura do trabalho.....	15
1 GESTÃO AMBIENTAL EMPRESARIAL	18
2 GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAIS	22
Resíduos sólidos e a legislação brasileira	26
Estratégias de prevenção da poluição	28
Classificação dos resíduos sólidos	30
3 PRODUÇÃO MAIS LIMPA.....	34
Etapas de um programa de Produção mais Limpa.....	37
Planejamento e Organização.....	40
Comprometimento gerencial.....	40
Sensibilização dos funcionários.....	41
Definição da equipe	42
Prioridades, objetivos e metas	43
Cronograma de atividades	44
Treinamento e comunicação	44
Análise de potenciais barreiras	45
Levantamento de dados	45
Definição das prioridades	48
Definição de Indicadores de desempenho	48
Balanços de massa e energia.....	50
Identificação das causas de geração de resíduos	51

Oportunidades de Produção mais Limpa	54
Análise de viabilidade técnica, ambiental e econômica.....	55
Implantação e monitoramento das medidas	56
Plano de continuidade	58
4 O PROCESSO DE PRODUÇÃO DE ARTEFATOS PLÁSTICOS	59
Termoplásticos.....	59
Molde de injeção.....	60
Máquinas injetoras.....	61
5 MÉTODO DE PESQUISA.....	64
Coleta de dados	65
6 ESTUDO DE CASO	68
Caracterização da empresa foco do estudo	68
7 RESULTADOS	70
Descrição do processo produtivo	70
O gerenciamento de resíduos na unidade de estudo	74
Etapas geradoras de resíduos	75
Gerenciamento dos resíduos secundários	81
8 PROPOSTAS DE MELHORIAS NO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS.....	94
Aplicação dos conceitos de P+L	99
9 CONSIDERAÇÕES FINAIS	117
REFERÊNCIAS	121
APÊNDICES	128

INTRODUÇÃO

Os processos industriais geram resíduos sólidos que se diversificam em características e quantidades, de acordo com a atividade industrial praticada, sendo necessário o seu adequado gerenciamento de maneira que não seja causada ou que, ao menos, seja minimizada a poluição ambiental e também os danos à saúde do homem.

Durante décadas as práticas de gerenciamento empregadas limitaram-se ao lançamento dos resíduos em locais que não dispunham da infraestrutura adequada para o seu tratamento e disposição final, sem que houvesse qualquer preocupação. Com o avanço das discussões sobre a problemática ambiental, as empresas têm sido cobradas por uma postura proativa e de maior comprometimento em relação aos resíduos gerados no processo produtivo.

Tal cobrança origina-se das mais variadas fontes políticas, científicas e econômicas, refletindo diretamente sobre as formas de gestão e planejamento operacional. Há também uma crescente pressão exercida pelos órgãos reguladores e fiscalizadores, além daquelas provenientes de organizações não governamentais e, principalmente, do próprio mercado, incluindo as entidades financiadoras, como os bancos e as seguradoras (NICOLELLA, 2004).

No Brasil, como medida para estimular as empresas a controlarem a poluição e aperfeiçoarem a utilização de seus recursos, foi instituída a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei n.º 12.305/2010 (BRASIL, 2010). Esta importante regulamentação tem como objetivos a não geração, a redução na fonte geradora, a reutilização, a reciclagem e o tratamento dos resíduos sólidos; define o gerenciamento de resíduos sólidos como um “conjunto de ações, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos rejeitos” (Inciso X, art. 3º).

A Lei também especifica que esses procedimentos devem estar alinhados ao Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, um documento que deve ser elaborado por parte das indústrias, definindo as metas e prazos para o aperfeiçoamento do processo de gerenciamento de resíduos sólidos.

Sob tais condições, as empresas têm desenvolvido formas de gestão com objetivos explícitos de controle da poluição e de redução das taxas dos resíduos, que além de minimizarem os impactos decorrentes de seus processos produtivos,

aperfeiçoam a utilização dos recursos naturais, como o controle do uso da água, energia, entre outros insumos. Uma dessas estratégias é a Produção mais Limpa (P+L).

Segundo Silva Filho et al. (2007), a P+L funciona como uma estratégia aplicada à Gestão Ambiental, que possibilita o funcionamento da empresa de modo social e ambientalmente responsável, influenciando também em melhorias econômicas e tecnológicas, aplicando uma abordagem preventiva à Gestão Ambiental.

Seu objetivo é aumentar a eficiência no uso de matérias-primas, água e energia, através da não geração, minimização ou reciclagem dos resíduos e emissões geradas, trazendo benefícios ambientais, econômicos e sociais (CNTL, 2003a).

Seguindo esta linha de raciocínio, o presente trabalho visa responder a seguinte questão: *Como a utilização dos princípios da Produção mais Limpa podem trazer melhorias ao processo de gerenciamento de resíduos em uma indústria de plásticos?*

Justificativa

A realização deste trabalho foi motivada pela dificuldade que muitas empresas encontram para implantar um programa de gerenciamento de resíduos sólidos que de fato satisfaça aos requisitos legais, econômicos e ambientais.

De acordo com Pawlowsky (2002), a utilização dos princípios da P+L tem se mostrado bastante eficiente no cumprimento desses requisitos. Para Cardoso (2004), os princípios da P+L contrariam as chamadas técnicas de “fim de tubo” (*end of pipe*), outrora classificadas como eficientes e que hoje se mostram ultrapassadas, pois lidam com os resíduos e poluentes, em geral, no final do processo produtivo e, portanto, têm sido associadas a manufaturas pouco eficientes.

Quanto à escolha da empresa foco de estudo, pode-se justificar pelos seguintes fatores:

- Houve um grande interesse da empresa em participar da pesquisa, disponibilizando as informações referentes ao seu processo industrial;
- Constatou-se na literatura que empresas de grande porte costumam apresentar maiores facilidades¹ para o desenvolvimento das práticas de gestão ambiental,

¹ CERUTI, F. C.; SILVA, M. L. N. da. Dificuldades de implantação de sistema de gestão ambiental (SGA) em empresas. **Rev. Acad., Ciênc. Agrár. Ambient.**, Curitiba, v. 7, n. 1, p. 111-119, jan./mar. 2009.

por disporem de mais recursos financeiros e tecnologias para adequação, além de normalmente contarem com uma estrutura organizacional adequada;

- O setor de transformados plásticos tem grande representatividade no cenário econômico brasileiro, sendo responsável por 1,2% do PIB no país e por 2% da produção mundial de plásticos (ABIPLAST, 2012).
- Segundo a ABIPLAST (2013), a Balança Comercial de Transformados Plásticos vem apresentando constantemente resultados negativos no período de 2007 a 2012. Tais resultados negativos intensificam a necessidade de as empresas brasileiras se manterem competitivas frente ao mercado externo, utilizando-se das ferramentas existentes para aperfeiçoar o seu processo de gestão, principalmente no que diz respeito ao gerenciamento de resíduos sólidos.

Objetivando a avaliação do gerenciamento de resíduos sólidos e a identificação de oportunidades de minimização dos mesmos, delimitou-se o escopo da pesquisa nos seguintes temas: Gestão Ambiental Empresarial, Resíduos Sólidos Industriais, Produção mais Limpa e o processo de produção de artefatos plásticos.

Foram pesquisadas, na revisão bibliográfica, empresas de transformação de diversos portes e setores, porém, a pesquisa foi limitada a um estudo de caso realizado em uma empresa de grande porte. Assim, a região geográfica do estudo limitou-se a um município, no interior do Estado de São Paulo.

Objetivos

O objetivo desta pesquisa foi avaliar, por meio de um estudo de caso desenvolvido em uma indústria de transformados plásticos do segmento de utilidades domésticas, as práticas de gerenciamento de resíduos sólidos empregadas, com o intuito de identificar as oportunidades de otimização do gerenciamento de resíduos na empresa foco do estudo. Tem-se como objetivos específicos:

- Realizar o diagnóstico do gerenciamento de resíduos praticado na empresa de plásticos, identificando os resíduos sólidos gerados, sua fonte de geração, quantidades, armazenamento, coleta, transporte e disposição final;
- Realizar um levantamento das técnicas de minimização de resíduos e controle da poluição;

- Propor melhorias no gerenciamento de resíduos sólidos com base nos princípios da Produção mais Limpa.

Com base nesta pesquisa, espera-se que os resultados alcançados sejam úteis não apenas para a indústria avaliada, mas também para posteriores trabalhos, que possam divulgar as melhorias no gerenciamento de resíduos, tanto para o meio acadêmico, quanto para o meio industrial.

Estrutura do trabalho

Este subitem tem como finalidade apresentar as etapas que estruturam esta dissertação, além de fornecer informações gerais quanto ao conteúdo de cada capítulo.

Após a Introdução, onde são apresentadas a definição do tema, a descrição do problema de pesquisa, a explicitação dos objetivos a serem alcançados, além da delimitação desta pesquisa, sua justificativa e a estrutura da mesma, tem-se o capítulo 1 no qual é dado início ao referencial teórico, tratando dos principais aspectos da gestão ambiental empresarial, traçando um panorama de sua evolução ocorrida durante as diversas convenções entre países, chegando à gestão ambiental empresarial contemporânea e a sua relação com o gerenciamento de resíduos sólidos industriais.

No Capítulo 2 são apresentados os tópicos sobre gerenciamento de resíduos sólidos pertinentes a esta pesquisa. Além da definição de resíduos sólidos e suas principais características, são elencados alguns órgãos e Leis ambientais brasileiras e a sua evolução ao longo dos anos, culminando com a aprovação da Lei n.º 12.305/2010, nomeada de Política Nacional de Resíduos Sólidos. São abordados ainda alguns métodos de prevenção da poluição, além da classificação utilizada para os resíduos sólidos por meio da norma NBR 10.004 (ABNT, 2004a) e a sua utilização.

No Capítulo 3 é abordado o método de Produção mais Limpa (P+L), desde a apresentação de seus principais conceitos e práticas, em diversos países, passando pelo detalhamento de todas as suas etapas de implantação.

No Capítulo 4 são abordadas as características do processo de produção de artefatos plásticos, apresentando algumas de suas principais características técnicas e a forma como ocorre o funcionamento das injetoras e a fabricação dos moldes de aço.

No Capítulo 5 é descrito o método utilizado para o desenvolvimento desta pesquisa, baseado no levantamento bibliográfico de diversos autores sobre a metodologia de pesquisa. Também foram descritas as etapas de coleta de dados na planta estudada.

O estudo de caso é apresentado no Capítulo 6, no qual a empresa é caracterizada, descrevendo o seu porte, número de funcionários, ações sociais praticadas, entre outras informações pertinentes.

No Capítulo 7 os resultados são demonstrados, descrevendo inicialmente o processo produtivo para em seguida avaliar o gerenciamento de resíduos sólidos e expor o diagnóstico dos resíduos.

Diante do exposto até então, o Capítulo 8 apresenta as propostas de melhorias para o gerenciamento dos resíduos e a aplicação dos conceitos de P+L na empresa avaliada. A Figura 1 apresenta um resumo sobre a estrutura do trabalho.



Figura 1: Resumo esquemático da estrutura do trabalho.

Fonte: Autoria própria.

1 GESTÃO AMBIENTAL EMPRESARIAL

O conceito de gestão ambiental diz respeito à administração do uso dos recursos ambientais por meio de medidas econômicas, investimentos e providências institucionais e jurídicas, a fim de manter ou recuperar a qualidade do meio ambiente, assegurando a produtividade dos recursos e o desenvolvimento social (ALEJANDRO, 2002).

Partindo deste conceito, o compromisso com o ambiente natural tornou-se uma variável importante nos atuais cenários competitivos e isso tem incentivado muitas empresas a iniciar transformações voluntárias, aproximando-as dos princípios ecológicos. Tais transformações fizeram emergir diversas estratégias ambientais que variam entre duas posições extremas: a reatividade ambiental, típico das empresas que só implementam as mudanças mínimas obrigatórias para cumprir os regulamentos, e a proatividade ambiental, típico de empresas que voluntariamente tomam medidas para reduzir o seu impacto sobre o ambiente natural (HUNT; AUSTER, 1990; ROOME, 1994).

A proatividade ambiental pode manifestar-se através de diferentes estratégias, cada uma caracterizada por uma série de práticas ambientais (HART, 1995; VASTAG et al., 1996; ARAGON-CORREA, 1998; HENRIQUES; SADORSKY, 1999; BUYSSE; VERBEKE, 2003). Essas práticas, de acordo com Donaire (1999), trazem à tona a responsabilidade das empresas como instituições anteriormente preocupadas apenas com a maximização dos lucros e minimização dos custos.

Porém, a adoção voluntária destas práticas deu-se apenas após uma sucessão de eventos históricos que apontaram para uma degeneração do meio ambiente, precisamente quando o impacto causado pelas indústrias passou a ser o foco de diversos estudos e reflexões com a criação do Clube de Roma, em 1968. Este movimento foi composto por pesquisadores das mais diversas áreas, que estudaram o impacto global das interações entre a produção industrial, a população, o dano ao meio ambiente, o consumo de alimentos e o uso de recursos naturais (BARATA; KLIGERMAN; MINAYO-GOMEZ, 2007).

Os resultados destes estudos foram publicados em 1972, no relatório *Limits to Growth* (Limites do Crescimento), prevendo que as tendências que imperavam até então

conduziriam a uma escassez catastrófica dos recursos naturais e a níveis elevadíssimos de poluição num prazo de 100 anos (SEIFFERT, 2006).

Segundo Viterbo Jr. (1998), o primeiro movimento em relação à gestão ambiental foi a preocupação quanto a situação dos recursos hídricos e do saneamento básico. Somente na década de 1970, com o aumento significativo das empresas poluidoras e com a realização da Conferência de Estocolmo (sendo esta a primeira conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente, em 1972) é que surgiram os primeiros órgãos oficiais de controle ambiental.

Além disso, a Conferência de Estocolmo representou uma evolução nas discussões sobre meio ambiente e desenvolvimento, pois reuniu os governos para discutir as consequências do crescimento econômico e populacional sobre o meio ambiente. Também resultou no surgimento da ideia “Desenvolvimento Sustentável” (McCORMICK, 1989) e na criação do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA).

Em 1983 a Organização das Nações Unidas (ONU) criou a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD), com a missão de investigar as relações entre o meio ambiente e as formas de desenvolvimento, propondo melhorias viáveis aos conflitos existentes (SEIFFERT, 2006). Em 1987, o Relatório Brundtland, também nomeado como “*Our Common Future*” (Nosso Futuro Comum), indicava que uma das principais causas dos problemas ambientais estaria ligada às desigualdades sociais.

Em 1992 ocorreu no Rio de Janeiro, a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD), também conhecida como Cúpula da Terra, Eco 92 ou simplesmente Rio 92, durante a qual foram discutidos temas sobre a necessidade de minimização do uso de recursos naturais e apresentadas propostas afins, como afirma Santos (2005):

Esta conferência deu origem entre outros documentos igualmente importantes, à Agenda 21, um documento-programa de ação que visa por em prática as declarações firmadas durante a conferência, e propõe entre outras coisas a redução da quantidade de energia e materiais utilizados na produção de bens e serviços, a disseminação de tecnologias ambientais e a promoção de pesquisas que visem o desenvolvimento de novas fontes de energia e recursos renováveis. Outro ponto abordado é a incorporação dos custos ambientais nas decisões dos produtores e consumidores, de forma que os preços

reflitam o valor total dos recursos utilizados e previnam a degradação ambiental (SANTOS, 2005, p. 9).

Ainda de acordo com Santos (2005), a Rio 92 foi um marco na conscientização das autoridades mundiais a respeito das questões ambientais, alertando também as indústrias para a redução dos resíduos decorrentes de suas atividades, promovendo a recuperação e reuso dos mesmos.

Portanto, as Conferências da ONU foram um marco importante não só para os movimentos de Gestão Ambiental em geral, mas particularmente para o gerenciamento ainda mais eficiente dos resíduos, incentivando a redução dos custos e efetuando o tratamento e disposição final adequada dos mesmos.

No Brasil, o meio empresarial ainda interpreta os danos ambientais como problemas secundários. No entanto, a partir de 1980, o governo passou a emitir uma série de regulamentações que restringem a poluição industrial (SEIFFERT, 2006).

Segundo Viterbo Jr. (1998), a década de 1990 trouxe a globalização e introduziu o gerenciamento ambiental como uma das vertentes da gestão empresarial. Neste sentido, Aguiar (2004) argumenta que a gestão empresarial pode ser interpretada como um conjunto de atividades voltadas a processos de decisão sobre questões ambientais, envolvendo as diversas partes interessadas, com foco na utilização racional de recursos naturais para a satisfação das necessidades atuais e futuras. De acordo com Viterbo Jr. (1998), os objetivos de um sistema de gestão são:

- Maximizar o valor percebido pelo cliente nos produtos e serviços oferecidos;
- Obter sucesso no segmento de mercado ocupado;
- Satisfazer os colaboradores em fazer parte da organização;
- Adquirir respeito junto da sociedade através de contribuições sociais e também através do respeito ao meio ambiente.

Assim, a gestão ambiental tornou-se um importante fator indutor e também de suporte para um melhor relacionamento entre as organizações e seus *stakeholders* (CORAZZA, 2003). Este suporte acontece através da incorporação da gestão ambiental ao planejamento estratégico das organizações, contribuindo para a administração dos problemas ambientais de maneira global ou aplicada a pontos específicos, como é o caso do gerenciamento de resíduos sólidos (AGUIAR, 2004).

Neste contexto, pautada no conceito de que a sustentabilidade é o equilíbrio entre o desenvolvimento econômico, social e ambiental, esta pesquisa se baseou no fato de que, para que as empresas obtenham um crescimento de forma sustentável, faz-se necessário a integração destes fatores, verificando sempre as possibilidades de contribuição das mesmas para um desenvolvimento sustentável.

2 GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAIS

A conversão de matérias primas em produtos nunca é completamente eficiente, gerando resíduos em algum momento de um processo industrial e em diferentes graus de intensidade. Mesmo aquelas que, após uma análise superficial, parecem não provocar qualquer problema ambiental, podem causar sérios danos, caso não sejam tomadas as devidas providências para que isto não ocorra (SANTOS, 2005).

Dentre os resíduos sólidos gerados pelas indústrias, passíveis de causar impactos ambientais, estão os sólidos. De acordo com Naime e Garcia (2004, p. 113), o termo “resíduo sólido” tem origem derivada do latim, onde *residuu* significa “a parte que sobra de determinada substância”.

Segundo a definição de resíduos sólidos da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), a partir da norma técnica NBR 10.004/2004, tem-se que: “resíduos sólidos são resíduos nos estados sólido e semissólido que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição” (ABNT, 2004a, p. 1).

De acordo com a ABNT (2004a) também estão inclusos nesta definição:

- Os lodos provenientes do tratamento de águas;
- Materiais gerados em equipamentos de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgoto e corpos d'água;
- Substâncias que exijam soluções técnicas ou economicamente inviáveis, em face da melhor tecnologia disponível.

Segundo Philippi Jr. (2005), os resíduos são subprodutos da atividade humana, com características particulares geralmente definidas pelo processo gerador. Já os materiais domiciliares descartados no dia-a-dia e que são reaproveitados são chamados de matérias-primas secundárias. Porém, quando estes materiais não apresentam qualquer possibilidade de aproveitamento econômico, por meio de qualquer processo tecnológico disponível, então se denominam rejeitos (Figura 2).

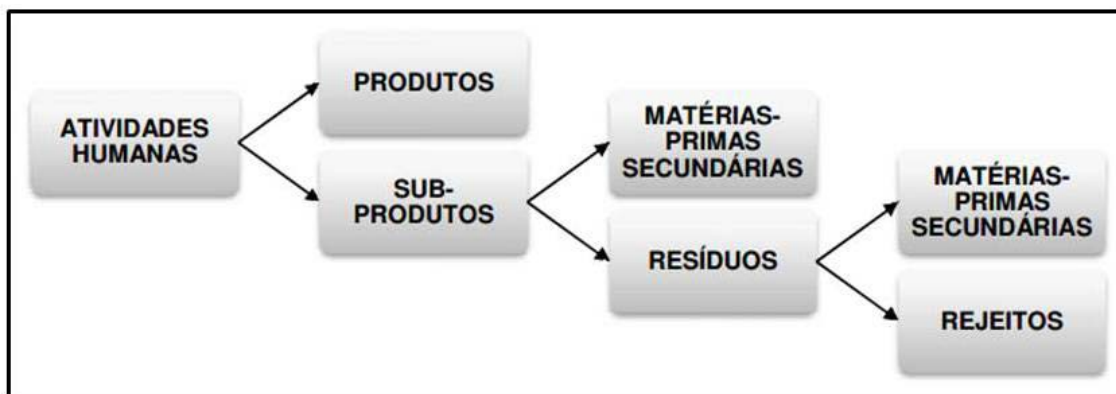


Figura 2: Diagrama esquemático de algumas definições.

Fonte: Adaptado de Philippi Jr. (2005).

Os resíduos industriais gerados tanto no processo produtivo quanto nas atividades auxiliares como manutenção, operação de área para manufatura, limpeza, obras e outros serviços também são classificados como subprodutos (PHILIPPI JR., 2005). De acordo com Lora (2000), em um balanço de massa, além das principais entradas e saídas de um processo industrial, os resíduos englobam as matérias-primas secundárias e rejeitos, como mostra a Figura 3.



Figura 3: Balanço de massa do processamento de produtos e serviços.

Fonte: Modificado de Lora (2000).

Philippi Jr. (2005) argumenta que existem etapas específicas dos processos industriais que influenciam a geração de resíduos, destacando-se:

- Projeto: Alguns projetos industriais podem ser elaborados utilizando tecnologias alternativas, sendo algumas mais eficientes ou vantajosas do ponto de vista do menor impacto causado ou pela redução dos resíduos gerados. Por exemplo, a utilização de pinturas à base d'água gera resíduos menos nocivos do que a

pintura convencional, à base de solvente; o processo de galvanoplastia sem cianetos geram resíduos menos perigosos que os processos com cianetos;

- Aquisição e armazenamento de matérias-primas: Ao adquirirem-se matérias-primas de melhor qualidade, têm-se reflexos diretos na eficiência do processo. Além disso, são geradas menores quantidades de resíduos e produtos finais com defeito. A gestão inadequada dos estoques de matérias-primas pode gerar lotes rejeitados por conta de sua data de validade e consequentemente, os lotes não aproveitados geram resíduos.
- Operação de produção: A realização das operações de produção de maneira programada e controlada evitam acidentes e o retrabalho dos lotes com defeitos, diminuindo a quantidade de resíduos consequentes. Para alcançar estes objetivos, faz-se fundamental a inclusão de treinamentos às equipes de operação.
- Limpeza e manutenção de equipamentos: A limpeza periódica dos equipamentos para a extração dos lodos, lamas, poeiras, óleos e outros materiais geram resíduos também provenientes dos processos industriais, embora indiretamente.
- Derramamentos e vazamentos: Quando há o vazamento de líquidos, seja no momento do transporte ou em outros procedimentos, estes materiais geralmente não podem mais ser utilizados, pois ferem os padrões de qualidade exigidos pelos procedimentos industriais. Além disso, estes materiais podem, em determinadas situações, percolar através do solo e contaminar o lençol freático, portanto, deve-se planejar ações que evitem os vazamentos.

De modo geral, o aumento progressivo nos custos de disposição adequada e o baixo desempenho ambiental das medidas adotadas com relação aos resíduos industriais estão diretamente relacionados com a ideia de desperdício (PAWLOWSKY, 2002). De acordo com Santos; Yamanaka; Pacheco (2005), o desperdício de materiais pode ser explicado por três fatores:

- Utilização ineficiente dos equipamentos, espaço, trabalho, tempo e energia;
- Não reaproveitamento dos materiais provenientes dos processos;
- Gerenciamento inadequado dos recursos e má gestão administrativa.

Para Zurbrügg et al. (2012), o gerenciamento de resíduos sólidos industriais deve ser entendido como um sistema composto pela interação de diversas etapas e

processos internos das industriais, as quais devem assegurar o controle sobre a geração, a coleta, a transferência, o transporte e disposição final de resíduos, como mostra a Figura 4:

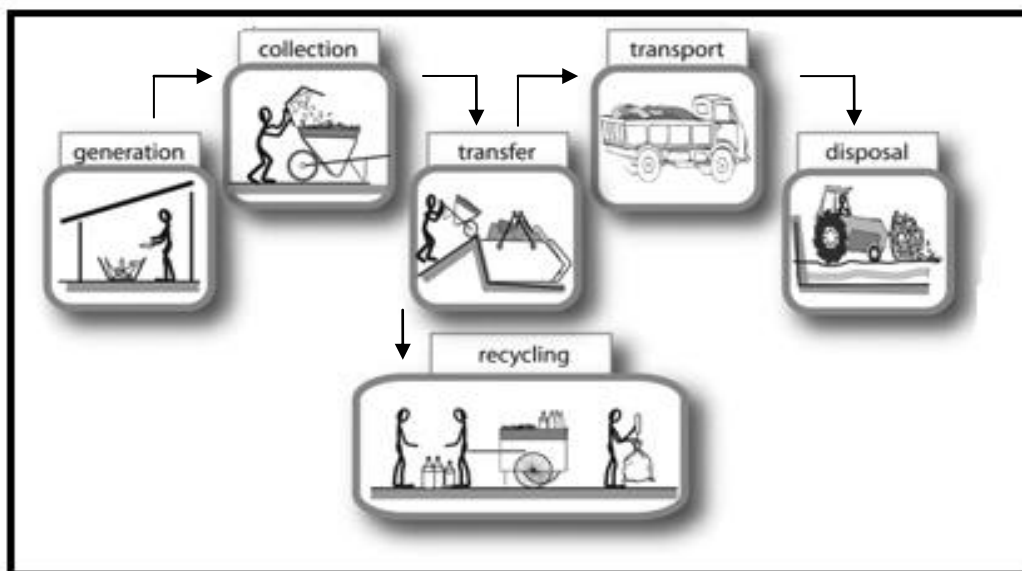


Figura 4: Integração das etapas envolvidas no gerenciamento de resíduos.
 Fonte: Adaptado de Zurbrügg et al. (2012).

Para que ocorra a integração das etapas citadas na Figura 4, faz-se necessário que as organizações sistematizem o conjunto das iniciativas referentes ao gerenciamento dos resíduos sólidos, elaborando um documento referente aos procedimentos para cada uma das etapas. Este conjunto de iniciativas é denominado de Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS).

De acordo com Naime (2005), a elaboração adequada de procedimentos e normatizações, visando ao adequado gerenciamento dos resíduos, deve atender aos seguintes quesitos:

- Quais são os resíduos gerados, em que quantidade e onde (setor)?
- Quais as alternativas tecnológicas disponíveis?
- Qual o custo de cada alternativa?
- Quais são os riscos potenciais a curto, médio e longo prazo, considerando os aspectos técnicos, legais, penais, financeiros, éticos e morais?

Para facilitar a documentação do sistema, o fluxo de resíduos deve ser estabelecido desde a sua geração até a destinação final, sendo identificados todos os responsáveis por cada uma das etapas que compõem o processo (NAIME, 2005).

A necessidade do estabelecimento das medidas de controle do gerenciamento de resíduos sólidos, além do processo formal de documentação, compõe parte das obrigações legais para as empresas brasileiras.

Resíduos sólidos e a legislação brasileira

A política ambiental oficial no Brasil é executada em nível nacional, desde 1985, na Nova República pelo Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), que possui o Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) como órgão consultivo e normativo.

No ano de 1991 foi criada a Resolução CONAMA N° 259, que abordava as diretrizes técnicas para a Gestão de Resíduos Sólidos, tendo esta sido aprovada por unanimidade, embora nunca tenha sido publicada. Em 2001, a Câmara dos Deputados implementou a denominada Comissão Especial da Política Nacional de Resíduos, porém, essa comissão foi extinta antes de atingir sua meta em consequência do fim da legislatura de seus integrantes.

A Resolução n.º 313 do CONAMA, aprovada em 29 de outubro de 2002, apresentava uma preocupação com a quantidade de resíduos gerados pelas indústrias e dispunha sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos industriais, no qual eram citadas as responsabilidades das empresas em elaborar o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS). Conforme o artigo 21º da referida Lei, o PGRS deveria apresentar, no mínimo, as seguintes informações:

- I – descrição do empreendimento ou atividade;
- II – diagnóstico dos resíduos sólidos gerados ou administrados, contendo a origem, o volume e a caracterização dos resíduos, incluindo os passivos ambientais a eles relacionados;
- III – observadas as normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama, do SNVS, do SUASA² e, se houver, o plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos;

² Para maiores detalhes, consultar a Lista de Siglas

- a) explicitação dos responsáveis por cada etapa do gerenciamento de resíduos sólidos;
- b) definição dos procedimentos operacionais relativos às etapas do gerenciamento de resíduos sólidos sob responsabilidade do gerador;
- IV – identificação das soluções consorciadas ou compartilhadas com outros geradores;
- V – ações preventivas e corretivas a serem executadas em situações de gerenciamento incorreto ou acidentes;
- VI – metas e procedimentos relacionados à minimização da geração de resíduos sólidos e, observadas as normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama, do SNVS e do Suasa, à reutilização e reciclagem;
- VII – se couber, ações relativas à responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos;
- VIII – medidas saneadoras dos passivos ambientais relacionados aos resíduos sólidos;
- IX – periodicidade de sua revisão, observando, se couber, o prazo de vigência da respectiva licença de operação a cargo dos órgãos do Sisnama.

Em 2003 foi realizada a “I Conferência de Meio Ambiente”, pelo governo do então presidente Luís Inácio Lula da Silva. O objetivo desta conferência foi promover grupos de discussões interministeriais e de secretarias do Ministério do Meio Ambiente para a elaboração de proposta para a regulamentação da PNRS.

No ano de 2005 foi realizada a “II Conferência Nacional de Meio Ambiente”, para que fosse consolidada a participação pública na elaboração das políticas ambientais, principalmente na PNRS. Após várias discussões e audiências públicas, em junho de 2009 foi apresentada uma minuta do relatório final da Política Nacional de Resíduos Sólidos, com o objetivo de integrar as contribuições adicionais. Finalmente, em 11 de março de 2010, a Lei foi instituída pela Câmara dos Deputados e aprovada no plenário do Senado em 7 de Julho de 2010.

Assim, em 2 de agosto de 2010 o então presidente, Luiz Inácio Lula da Silva, sancionou a Política Nacional de Resíduos Sólidos como a Lei nº 12.305/2010. De acordo com Peixoto (2013), esta política é um marco na gestão nacional de resíduos sólidos e pontua os aspectos fundamentais que norteiam, para os diversos âmbitos do Estado e da sociedade, as diretrizes do gerenciamento de resíduos sólidos.

Desta forma, percebe-se a dificuldade enfrentada pelo país não apenas em aprovar e implementar tal projeto de Lei, mas também, o próprio Poder Público é

colocado à prova nos próximos anos no âmbito de praticar os mecanismos propostos pela legislação através de suas autarquias e órgãos competentes.

Segundo Peixoto (2013), com a vigência da PNRS foi instituída a sequência de prioridades no tratamento dos resíduos sólidos, que deve se fazer presente no Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS), sendo esta, uma ferramenta importante de controle não apenas para os empreendedores, mas também um documento de verificação por parte dos órgãos fiscalizadores.

Ao elaborar um PGRS é fundamental estabelecer as metas e procedimentos que levarão à minimização da geração de resíduos. Sendo assim, os processos industriais devem priorizar a não geração de resíduos, seguindo a hierarquia apresentada na Figura 5, que estabelece inicialmente o trabalho de prevenção à poluição como prioridade, passando aos níveis hierárquicos inferiores até a remediação da área afetada pela disposição final inadequada dos resíduos.



Figura 5: Hierarquia no gerenciamento de resíduos.

Fonte: Adaptado de Environment Canada, 2010.

Estratégias de prevenção da poluição

De acordo com Shen (1995), o conceito de Prevenção à Poluição consiste na eliminação ou redução da poluição na fonte, reduzindo os custos de limpeza, provendo soluções e minimizando os problemas de poluição de segunda e terceira gerações, além

de tornar os processos mais eficientes e menos custosos. Na Figura 5 é apresentada uma visão geral das estratégias que podem ser utilizadas para a prevenção da poluição.

Para Rocca (1993), as estratégias de redução na fonte e a reciclagem colaboram para a minimização de resíduos, pois possibilitam a redução do volume e toxicidade destes e, como consequência, de sua carga poluidora. Observa-se na Figura 6, que é necessário dar ênfase às medidas de redução na fonte, adotando mudanças operacionais que visam à prevenção da geração de resíduos.

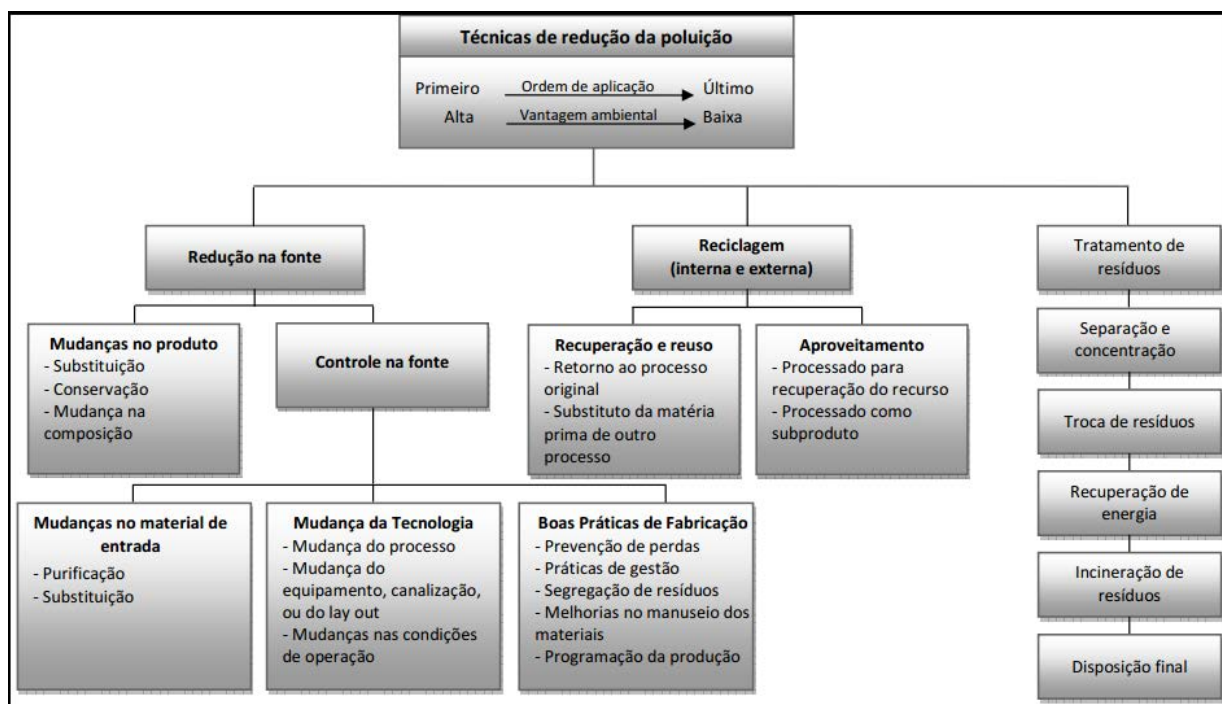


Figura 6: Técnicas de redução da poluição.

Fonte: Adaptado de Lagrega; Buckingham; Evans, (1994).

O passo seguinte na hierarquia é a reciclagem. Esta é a forma de reaproveitar os resíduos gerados ou parte destes no mesmo ou em outro processo produtivo. De acordo com Banas (2000), a reciclagem também pode ser entendida como a revalorização dos descartes industriais, mediante uma série de operações que permitem que os materiais sejam reaproveitados como matéria-prima para outros produtos.

Atualmente, a maioria das indústrias tem focado o gerenciamento nas estratégias de disposição final e na remediação de áreas contaminadas, consequências principalmente da disposição inadequada dos chamados resíduos perigosos.

Porém, devido ao avanço de políticas que regulamentam a ênfase às estratégias de prevenção à poluição e geração dos resíduos, incluindo o reuso e a reciclagem, as

indústrias estão se adequando, muitas vezes até em caráter emergencial, devido à pressão dos órgãos fiscalizadores.

Classificação dos resíduos sólidos

O gerenciamento de resíduos sólidos industriais é um processo complexo devido às características diversificadas que estes materiais podem apresentar, variando também de acordo com o processo produtivo que os originou.

Com a finalidade de auxiliar no gerenciamento adequado dos resíduos, a ABNT dividiu-os em classes de acordo com seus riscos potenciais ao meio ambiente e também à saúde pública:

A classificação de resíduos envolve a identificação do processo ou atividade que lhes deu origem e de seus constituintes e características e a comparação destes constituintes com listagens de resíduos e substâncias cujo impacto à saúde e ao meio ambiente é conhecido (ABNT, 2004a, p.2).

A ABNT padronizou a classificação dos resíduos sólidos, editando o seguinte conjunto de normas:

- NBR 10.004 – Resíduos Sólidos – Classificação
- NBR 10.005 – Lixiviação de Resíduos – Procedimento
- NBR 10.006 – Solubilização de Resíduos – Procedimento
- NBR 10.007 – Amostragem de Resíduos – Procedimento

A Norma NBR 10.004 (ABNT, 2004a, p.2) classifica os resíduos de acordo com as propriedades tais que os tornem capazes de causar dano à saúde pública e ao meio ambiente, agrupando-os em três classes:

- Resíduo Classe I – Perigosos: são aqueles resíduos, ou misturas dos mesmos, que apresentam periculosidade ou qualquer característica de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade ou, ainda, que constem nos anexos A (resíduos perigosos de fontes não específicas) ou B (resíduos perigosos de fontes específicas) da Norma. Estes resíduos podem apresentar risco à saúde pública, provocando ou contribuindo para um aumento da mortalidade ou incidência de doenças, e/ou apresentar efeitos adversos ao meio ambiente, quando manuseados ou dispostos de maneira inadequada.

- Resíduos Classe II – Não Perigosos: A classe de resíduos não perigosos divide-se em IIA e IIB (Não Inertes e Inertes, respectivamente).
 - ✓ Resíduos Classe IIA - Não Inertes: são aqueles que não se enquadram nas classificações de resíduos Classe I ou Classe IIB. Estes resíduos podem ter propriedades, tais como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.
 - ✓ Resíduos Classe II B – Inertes: quaisquer resíduos que, quando amostrados de uma forma representativa (segundo a ABNT NBR 10.007) e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente (conforme a ABNT NBR 10.006), não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água, excetuando-se os aspectos cor, turbidez, dureza e sabor. Como exemplo destes materiais, pode-se citar: variadas rochas, entulhos de construção, vidros, alguns plásticos e borrachas que não se decompõe com facilidade (ROCCA, 1993).

Para determinar se um resíduo é perigoso, principalmente quanto a sua toxicidade, é necessário sabermos quais são os atributos específicos que o tornam perigoso. São gerados de diversas fontes, que vão desde processos industriais como a produção de baterias, lâmpadas fluorescentes até os mais diversos líquidos, sólidos, gases e lodos.

A fim de atender a todas estas particularidades, desenvolveu-se um sistema de identificação específico para substâncias tóxicas e criaram-se critérios para incluir outros materiais neste universo, a partir dos seguintes anexos:

- Anexo C – Substâncias que conferem periculosidade aos resíduos;
- Anexo D – Substâncias agudamente tóxicas;
- Anexo E – Substâncias tóxicas;
- Anexo F – Concentração - Limite máximo no extrato obtido no ensaio de lixiviação;
- Anexo G – Padrões para o ensaio de solubilização;
- Anexo H – Codificação de alguns resíduos classificados como não perigosos.

Em geral, os resíduos são classificados em função das suas propriedades físicas, químicas ou infectocontagiosas e com base na identificação de contaminantes presentes em sua massa. Contudo, é fundamental o conhecimento prévio do processo industrial, a fim de identificar as substâncias presentes e a verificação de sua periculosidade (ROCCA, 1993).

Segundo Rocca (1993), a classificação do resíduo depende de sua correta amostragem, ou seja, do conjunto de processos que levam à obtenção de uma porção representativa da composição média de sua massa total.

Os requisitos para a elaboração desta amostragem estão especificados na NBR 10.007 (ABNT, 2004 b). Para tanto, deve-se elaborar o plano de amostragem de acordo com os requisitos a seguir:

[...] avaliação do local, forma de armazenamento, pontos de amostragem, tipos de amostradores, número de amostras a serem coletadas, seus volumes, seus tipos (simples ou compostos), número e tipos de frascos de coleta, métodos de preservação e tempo de armazenagem, assim como os tipos de equipamentos de proteção a serem utilizados durante a coleta (ABNT, 2004b, p2).

A seguir, é apresentado o fluxograma da metodologia para a caracterização e classificação dos resíduos sólidos, conforme a NBR 10.004 (ABNT, 2004a):

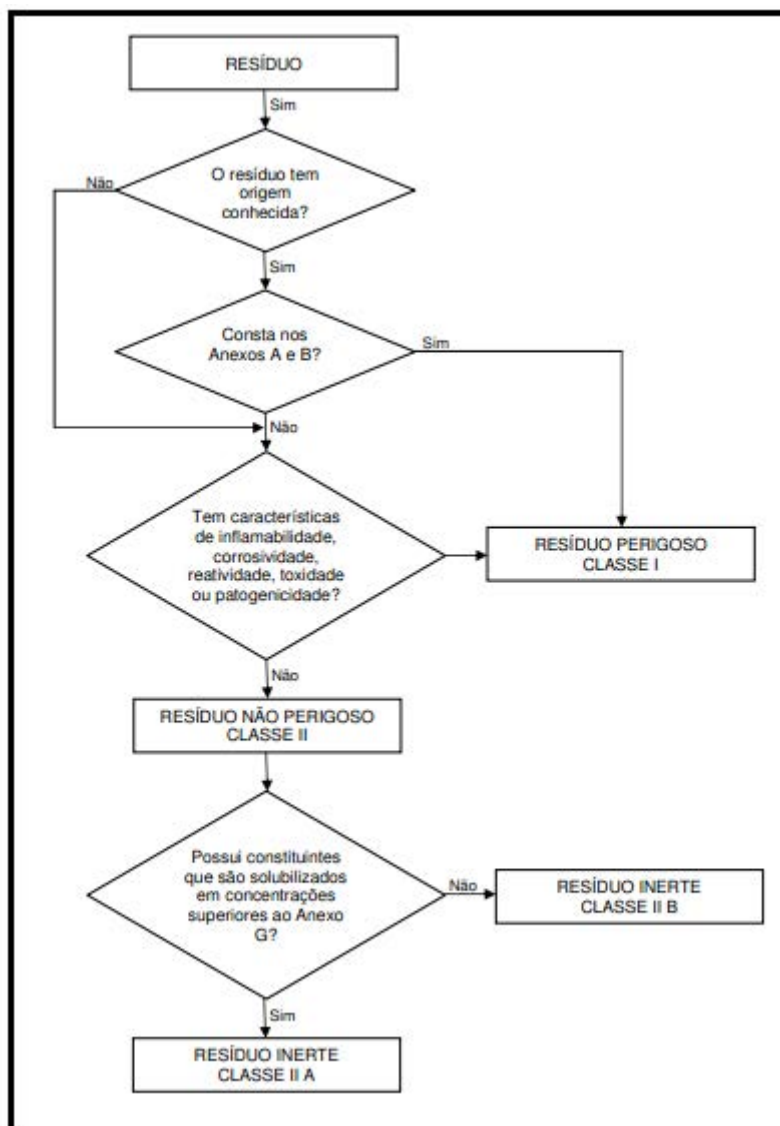


Figura 7: Caracterização e classificação dos resíduos sólidos.
Fonte: ABNT (2004a).

Como mencionado no fluxograma, o conhecimento da origem do resíduo facilitará o processo de classificação do mesmo e, a partir desta, serão direcionadas as estratégias de gerenciamento dos resíduos, desde o seu manuseio, acondicionamento, armazenamento, coleta, transporte e destinação final.

3 PRODUÇÃO MAIS LIMPA

O termo Produção mais Limpa (P+L) foi introduzido pela *United Nations Environment Programme* (UNEP) em 1989, como uma abordagem moderna para a conservação de recursos e gerenciamento de resíduos. O objetivo das práticas de P+L na época era estimular a conscientização no que diz respeito às práticas de minimização de resíduos e promover a sua adoção por indústrias e os mais diversificados segmentos de serviços. Desde então, o conceito tem sido amplamente reconhecido como uma estratégia vantajosa, com a finalidade de melhorar o desempenho produtivo e, simultaneamente, proteger o ambiente (UNEP, 2001).

Segundo a CETESB (2002), a P+L descreve uma abordagem preventiva para a gestão ambiental, sendo um termo amplo que engloba processos, que em alguns países/instituições chamam de eco-eficiência, minimização de resíduos, prevenção da poluição, ou produtividade verde. A P+L é definida pelo Centro Nacional de Tecnologias Limpas (CNTL/SENAI-RS) como:

Aplicação de uma estratégia técnica, econômica e ambiental, integrada aos processos e produtos, a fim de aumentar a eficiência no uso de matérias-primas, água e energia, através da não geração, minimização ou reciclagem dos resíduos e emissões geradas, com benefícios ambientais, de saúde ocupacional e econômicos (CNTL, 2003a, p10).

Para processos produtivos, a P+L resulta na conservação de matérias-primas, água e energia; na redução de substâncias tóxicas e na redução da quantidade e toxicidade de todas as emissões e resíduos na fonte, durante o processo de produção. Para os produtos, a P+L visa reduzir os impactos ambientais, de saúde e segurança ao longo do seu ciclo de vida, desde a extração de matérias-primas, a fabricação e a utilização, até a disposição final do produto. Para os serviços, a P+L implica na incorporação das preocupações ambientais na concepção e prestação de serviços (CETESB, 2009).

A P+L recebe também outras denominações que designam a mesma função, como Prevenção à Poluição ou P2. O termo P2 é utilizado na América do Norte, enquanto P+L é utilizado em outras partes do mundo. Ambos focam uma estratégia de redução contínua do impacto ambiental mediante a redução na fonte e a eliminação de

resíduos dentro do processo ao invés da técnica de fim-de-tubo (UNEP, 2001; BASU; van Zyl, 2006).

De acordo com SENAI-RS (2003b), nos últimos 50 anos, a cadeia de geração de resíduos foi melhor compreendida e permitiu a evolução das políticas de controle dos métodos “fim-de-tubo” para uma evolução aos métodos mais recentes, baseados na prevenção, modificando assim, as abordagens tradicionais. Desta forma, a nova abordagem de não geração de resíduos levou a uma mudança de paradigma, do que antes era apenas um problema a ser resolvido a uma oportunidade de melhoria.

As principais diferenças entre as estratégias de fim-de-tubo e a P+L são mostradas no Quadro 1.

Quadro 1 - Diferenças entre as estratégias de fim de tubo e a P+L.

Aspecto	Tecnologia de fim de tubo	Produção mais limpa
Em relação aos resíduos e emissões	Como tratar os resíduos e emissões?	De onde vem os resíduos e emissões?
Atitude	Reação	Ação
Quanto às tecnologias empregadas	Utilização de filtros para limitar efluentes e emissões, além de tecnologias de reparo e armazenagem de resíduos	Prevenção da geração de resíduos, efluentes e emissões na fonte, evitando assim processos potencialmente tóxicos
Em que momento do processo?	Introduzida depois da fabricação de produtos e processos	Parte integrante do design do produto e na engenharia do processo
Quanto à problemática ambiental	Assunto para especialistas competentes	Tarefa de todos, pois uma inovação desenvolvida na empresa reduz o consumo de material e energia
Riscos e complexidade	Processos complexos e riscos aumentados	Riscos reduzidos e transparência aumentada
Proteção ambiental	Focada no cumprimento de prescrições legais	Cria tecnologias de produção para o desenvolvimento sustentável
Utilização dos recursos	Não se preocupa com o uso eficiente de matérias-primas, água e energia	Uso eficiente de matérias-primas, água e energia
Quanto aos custos	Leva a custos adicionais	Ajuda a reduzir custos

Fonte: Adaptado de SENAI-RS (2003b).

A partir de 1994, a UNEP, em parceria com a Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (ONUDI), estabeleceu o programa Centro Nacional de Produção mais Limpa (CNPML), com vistas a incentivar a criação de centros de P+L, especificamente nos países em desenvolvimento. Neste programa, a ONUDI atua como agência executiva, administrando os recursos financeiros e provendo orientação técnica nos processos industriais abordados pelos centros, enquanto a UNEP fica com a

responsabilidade pela disseminação de conceitos, estratégias, ferramentas, políticas e disponibilização de materiais sobre P+L (UNIDO, 2012; UNEP, 2013).

Os Centros Nacionais de P+L têm como objetivo promover a técnica junto das organizações públicas e privadas, além da capacitação da mão de obra local para atender as demandas do país ou região. Os serviços oferecidos variam em função das particularidades da região e são divididos em seis classes, conforme apresentado pela CETESB e PNUMA (2004):

1. Sensibilização sobre benefícios e vantagens da P+L;
2. Capacitação de consultores e desenvolvimento das capacidades locais em P+L;
3. Assistência técnica em P+L em empresas, de qualquer segmento de atividade, principalmente na área de diagnóstico ambiental, melhoria de saúde ocupacional, eficiência energética e implantação de SGA – Sistema de Gestão Ambiental;
4. Apoio na elaboração de projetos de financiamento em P+L;
5. Disseminação de informações em P+L;
6. Disponibilização aos governos locais, visando o aconselhamento em políticas públicas voltadas para a P+L.

Em 2007, o Programa Nacional de Centros de Produção mais Limpa da ONUDI-UNEP abrangeu atividades em 37 países, com o objetivo de aumentar a capacidade produtiva, principalmente em pequenas e médias indústrias, através da implementação da P+L (UNEP, 2001).

Os resultados obtidos com a adoção da P+L podem variar de acordo com o incentivo oferecido. Esse fato é comprovado por países que possuem estrutura legal de controle da poluição, pois, os custos com o controle na fonte atingem patamares significativos, o que potencializa o retorno econômico dos investimentos em melhoria de processos. Já em países nos quais a estrutura legal ainda não é bem definida, a P+L surge como uma oportunidade de redução do impacto ambiental, contribuindo para a preservação do meio ambiente (CETESB; PNUMA, 2004).

Segundo Domingues e Paulino (2009), a P+L proporciona a compatibilidade entre melhorias ambientais e econômicas, sendo utilizada como uma estratégia que oferece ganhos potenciais em micro e pequenas empresas. Ainda de acordo com os

autores, a implantação da P+L é compatível com o aproveitamento de oportunidades para a incorporação de tecnologias que permitam aumentar a eficiência do uso de matérias-primas, água, energia e reduzir impactos ambientais e os riscos aos colaboradores.

A fim de alcançar estes resultados, todo o esforço deve ser focado em uma ação preventiva, promovendo uma visão holística dos recursos, produção, economia e meio ambiente. Dessa forma, em curto prazo, os governos devem financiar o nível básico de conhecimento em formação nas empresas. Posteriormente, deve haver apoio para o desenvolvimento da P+L de forma eficiente, acompanhando o desempenho das empresas que já passaram pelo programa de treinamento e incentivando as outras (KJAERHEIM, 2005).

Como exposto até aqui, a P+L mostra-se mais vantajosa do ponto de vista ambiental e econômico no que diz respeito às restrições de capital, ao cumprimento da legislação e à pressão exercida pela sociedade.

Por se tratar de um processo de melhoria contínua (PDCA), admitindo diversos níveis de aplicação às particularidades de cada empresa, qualquer análise sob os processos, produtos e serviços podem trazer inúmeros benefícios (CETESB, 2002). A seguir, são apresentadas as etapas de implantação e o detalhamento de cada uma.

Etapas de um programa de Produção mais Limpa

As etapas de implantação de um programa de P+L vão desde o comprometimento da alta administração e o envolvimento dos colaboradores, seguido do trabalho de diagnóstico e levantamento dos dados a fim de gerenciar as oportunidades adequadas, além da identificação dos problemas e implantação de medidas de monitoramento do desempenho do sistema, garantindo sua melhoria contínua.

Com a finalidade de auxiliar a implementação dessas etapas, existem manuais e guias específicos disponíveis na internet, adaptando assim um programa de P+L às particularidades de qualquer tipo de empreendimento.

A seguir são apresentados os modelos das etapas de implantação de programas de P+L utilizados por diferentes instituições. O Centro Nacional de Tecnologias Limpas

(CNTL) apresenta um guia que conta com 5 etapas de implementação: planejamento e organização, pré-avaliação, avaliação estudo de viabilidade, e implementação, conforme a Figura 8.

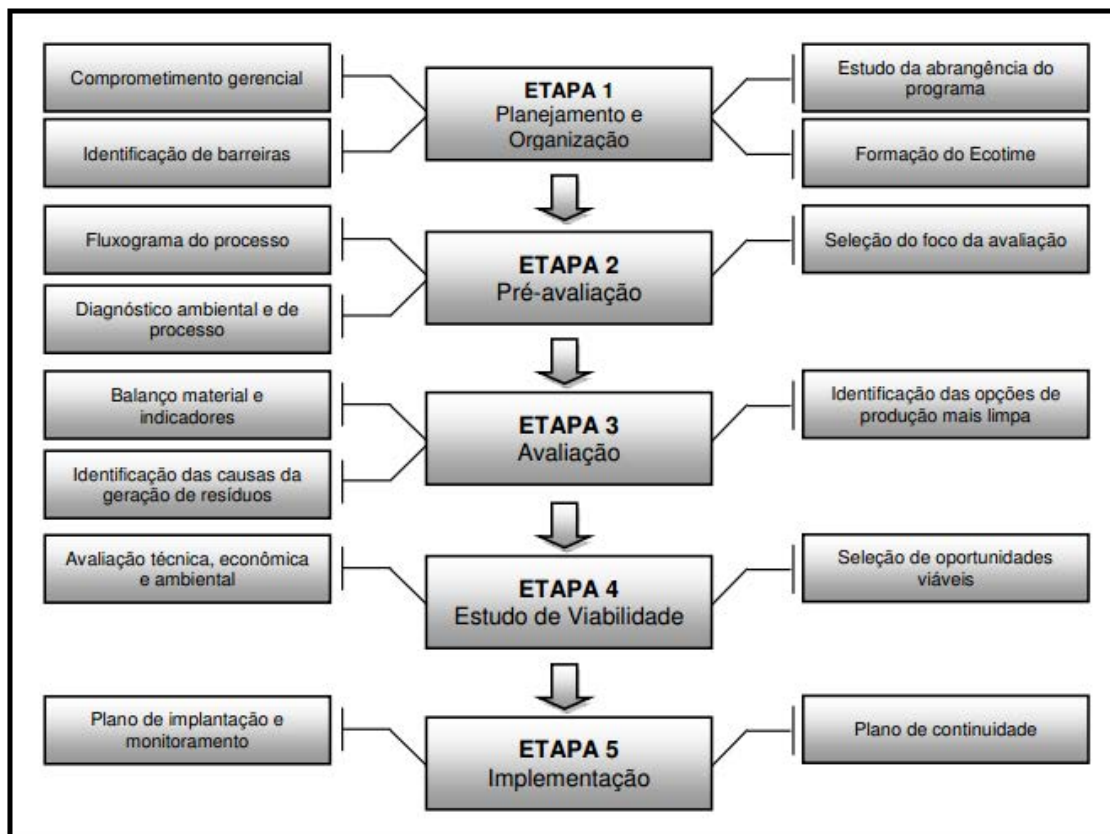


Figura 8: Etapas da implementação de um programa de Produção mais Limpa.
Fonte: Adaptado de CNTL, 2003a.

O Centro Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (CEBDS) disponibiliza um guia para a implementação da P+L, com base na abordagem da UNIDO/UNEP, disposto em 18 etapas, como mostra a Figura 9.

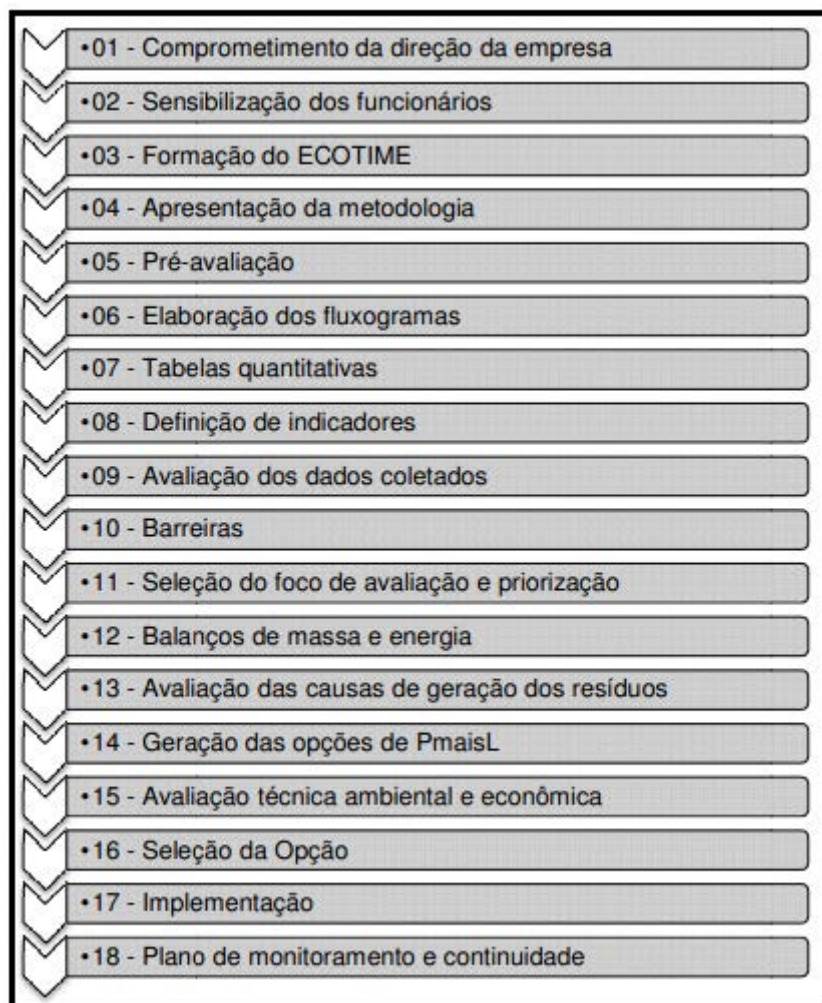


Figura 9: Etapas da implementação da P+L.

Fonte: Adaptado do CEBDS, 2003.

A CETESB apresenta o manual de implementação de um programa de prevenção à poluição que segue as etapas apresentadas na Figura 10.

A seguir, com base nos métodos expostos e na revisão da literatura pertinente sobre o tema, as etapas de implantação de um programa de P+L serão detalhadas.



Figura 10: Etapas de implementação de um programa de prevenção à poluição.
Fonte: CETESB, 2002.

Planejamento e Organização

A etapa de planejamento e organização é aquela que envolve a integração entre a direção da empresa e seu corpo de colaboradores, como será abordado a seguir.

Comprometimento gerencial

Após a análise das mais variadas fontes bibliográficas, pode-se observar que o comprometimento gerencial é indispensável para a implementação de qualquer programa.

Como etapa inicial para um programa de P+L, o comprometimento gerencial deve ser estabelecido por meio de uma Declaração de Intenções (Figura 11) renovada anualmente. Este passo é fundamental para o envolvimento do corpo funcional, gerando a motivação necessária para o desenvolvimento do programa (CETESB, 2002).

Sensibilização dos funcionários

A segunda etapa consiste na comunicação aos colaboradores sobre a realização do programa, demonstrando de maneira clara o apoio por parte da direção da empresa. Nesta fase, as metas da implantação do programa serão expostas para obter a colaboração e motivação de todos durante o processo.

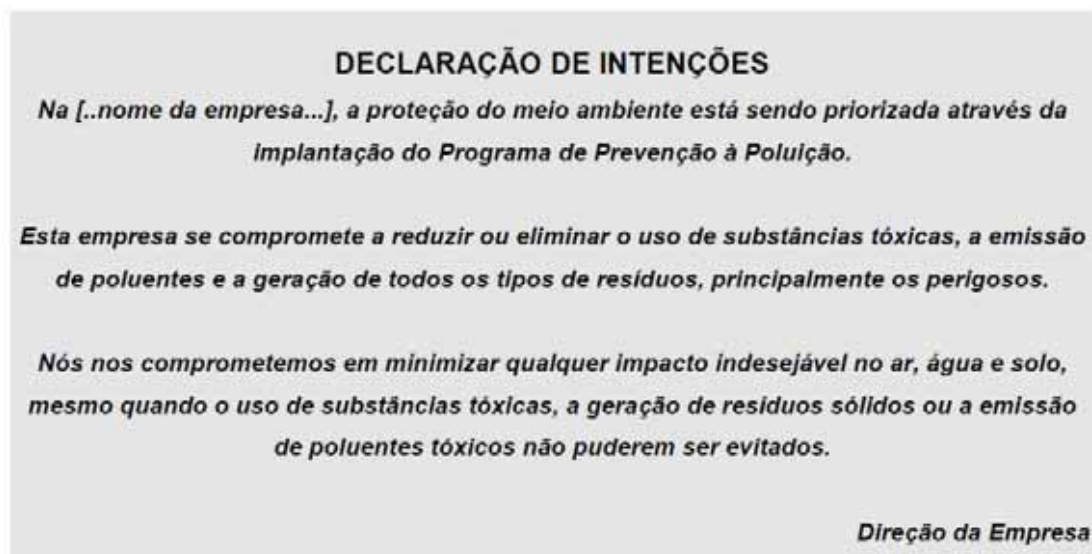


Figura 11: Modelo de declaração de intenções.
Fonte: CETESB, 2002.

De acordo com Kjaerheim (2005), o processo de sensibilização dos colaboradores tem o objetivo de estabelecer a relação entre a direção e os funcionários, ou seja, atuando como um mecanismo que visa complementar as informações necessárias para o estabelecimento da P+L. As reuniões constantes entre os representantes dos funcionários e a direção trazem progresso ao processo de implementação e otimização da abordagem, com resolução de problemas e minimização dos erros.

Hicks e Dietmar (2007) afirmam que a sensibilização dos funcionários pela direção está diretamente relacionada com a disseminação das informações sobre P+L, pois, o objetivo desta etapa está ligado à promoção de treinamentos internos, ou seja, divulgação de informações para a organização com o intuito de aumentar seus benefícios ambientais, econômicos e organizacionais.

Definição da equipe

A equipe é responsável pelo estabelecimento da política ambiental e, conseqüentemente, pelo desenvolvimento, acompanhamento, implantação das medidas, avaliação e manutenção do programa de P+L.

Logo, a formação de uma equipe ou ecotime, conforme definido pelo CEBDS (2003) e CNTL (2003a), deve seguir critérios multidisciplinares, ou seja, a equipe deve ser composta por colaboradores de vários setores que conheçam a empresa profundamente e, também, por aqueles de setores estratégicos como produção, compras, meio ambiente, qualidade, saúde e segurança, desenvolvimento de produtos, manutenção e vendas. O número de pessoas que compõe o ecotime irá variar de acordo com o porte e estrutura da empresa.

Mesmo com a formação da equipe, a condução da avaliação da P+L deve ser realizada por uma pessoa que esteja fora do ambiente da empresa, ou seja, um consultor externo que tenha conhecimento aprofundado sobre o programa. Assim, o trabalho da equipe será complementado, suprimindo possíveis deficiências técnicas (CNTL, 2003c).

A CETESB (2002) sugere que, para o bom desenvolvimento das ações, devem ser definidas responsabilidades individuais para cada membro da equipe, conforme apresentado no quadro a seguir.

Quadro 2– Modelo de distribuição das responsabilidades do Ecotime.

Membro da Equipe	Posição na Fábrica	Responsabilidade
Nome	Gerente Geral	- Supervisão do programa - Representação da empresa - Decisão final
Nomes	Líder e Encarregados	- Operação diária - Comunicação com os funcionários - Controle de custos
Nomes	Químico e Analista de Laboratório	- Realização de testes, documentação e monitoramento - Coleta de amostras e análises
Nomes	Operários	- Coleta de informações e inclusão no programa quando necessário
Nomes	Consultores	- Auxílio no planejamento da proposta de produção mais limpa
Nomes	Fornecedores	- Prestação de informações técnicas

Fonte: Adaptado de CETESB, 2002, p.6.

Outra maneira de se definir claramente quais são as pessoas responsáveis por cada atividade na empresa é a elaboração de um organograma; um esquema gráfico

simplificado que auxilia nas etapas seguintes na busca por informações, como mostra a Figura 12.

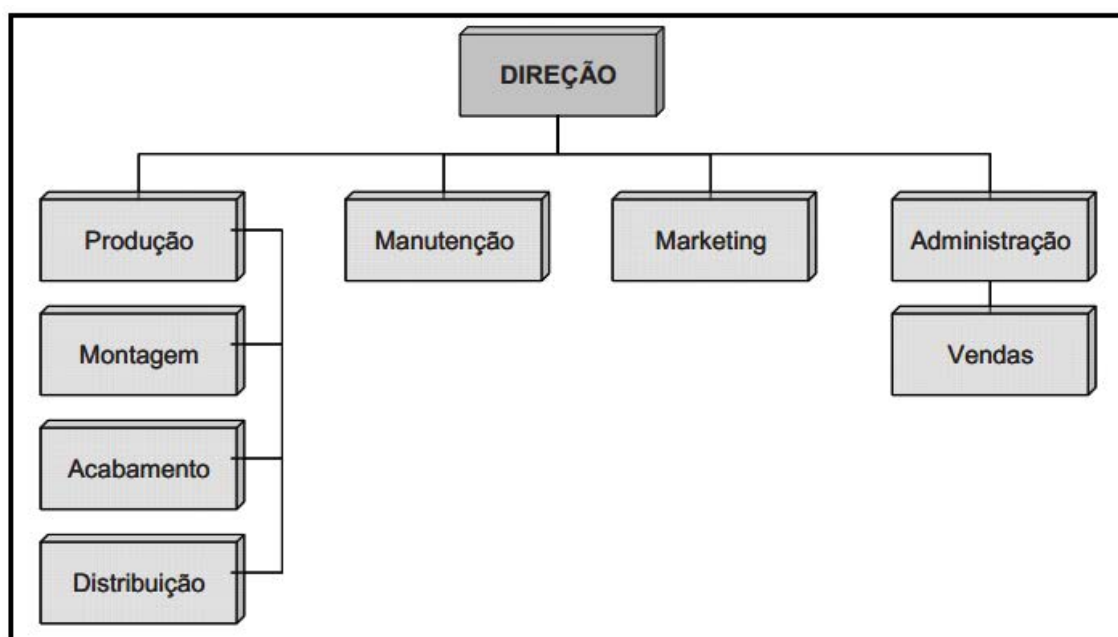


Figura 12: Exemplo de organograma funcional.
Fonte: Adaptado de CEBDS (2003).

A partir do esclarecimento do organograma funcional, a equipe deve iniciar o levantamento dos dados através de uma visita técnica nas instalações, visando identificar os possíveis impactos ambientais de cada atividade em particular, além da verificação de como os resíduos são manuseados, dando enfoque às exigências legais.

Prioridades, objetivos e metas

Esta etapa trata da definição de ações prioritárias para a empresa, do estabelecimento dos objetivos e metas tangíveis num determinado prazo. As prioridades devem estar alinhadas com os objetivos gerais presentes na Declaração de Intenções, alinhando o programa de P+L com as atividades ambientais existentes na empresa ou, ainda, com aquelas atividades que visam a melhores condições de trabalho, segurança e produção.

Segundo Matthews; Christini; Hendrickson (2004), o estabelecimento das etapas de P+L requer o auxílio das atividades já realizadas na empresa para a tomada de decisão, ou seja, a partir de programas já existentes, haverá maior facilidade para a

definição de metas quantificáveis e medição do desempenho para o alcance da meta do programa, fazendo-se presente no plano estratégico da organização.

De acordo com Calia e Guerrini (2006), a análise pela administração pode auxiliar a etapa do estabelecimento de prioridades, objetivos e metas, principalmente quanto à transferência do conhecimento aos colaboradores de toda a empresa.

Cronograma de atividades

Um cronograma de atividades deve ser elaborado, contemplando a execução de todas as etapas. A definição de prazos de execução e finalização das atividades aparece como um importante aliado na otimização do trabalho da equipe designada.

Quando houver a necessidade de alterar os prazos de execução ou os responsáveis pelo desenvolvimento das etapas previstas, o cronograma deve ser atualizado, porém, sempre focando o prazo estipulado para a obtenção de resultados positivos em um menor espaço de tempo.

Treinamento e comunicação

Segundo Kjaerheim (2005), a disseminação das informações na empresa é fundamental para o sucesso do programa. Um plano de treinamento e comunicação que se adapte às práticas já existentes deve ser elaborado para que todos possam acompanhar o desenvolvimento do programa.

Para Hicks e Dietmar (2007), a divulgação de informações garantirá que o programa se torne um assunto constante e irá aumentar a ciência e envolvimento de todos os colaboradores. Ela deve ser realizada através de quadros de aviso, memorandos, reuniões setoriais, elaboração de palestras e eventos com profissionais externos, apresentação de casos de sucesso, além de um programa de treinamento efetivo e consistente, aproximando os colaboradores do método a ser utilizado.

Análise de potenciais barreiras

Uma das fases mais importantes durante a etapa de planejamento é a análise das possíveis barreiras que possam surgir durante a implantação do programa de P+L. Segundo a CNTL (2003c), a implantação de um programa gera ganhos econômicos e reduções significativas nos impactos gerados pelas atividades industriais, porém, a análise prévia das barreiras é um fator decisivo para o sucesso do programa. As barreiras podem ser organizacionais, sistêmicas, técnicas, econômicas, culturais, governamentais e também das mais variadas fontes.

Ainda, de acordo com o CNTL (2003c), as barreiras podem ser contornadas com maior facilidade se os colaboradores adquirirem o conhecimento sobre todos os benefícios da P+L.

Levantamento de dados

Lee e Koh (2002) afirmam que o levantamento de dados é um dos passos principais para a implementação do programa de P+L. Leva em conta a coleta da maior quantidade de dados possível que auxiliem na caracterização do processo, produto ou serviço. Ou seja, abrange desde o acondicionamento de matérias-primas e os insumos posteriores (água, energia, componentes secundários, entre outros) até os resíduos gerados.

Segundo a CNTL (2003a), todos estes dados devem constar no fluxograma de processo ou fluxograma de produção da indústria. Seu conteúdo abrange também parâmetros operacionais como as taxas de consumo, temperatura e todas as variáveis pertinentes às entradas e saídas (produtos, subprodutos, resíduos, pontos de perda de água ou outras substâncias por evaporação, vazamento, falhas operacionais, entre outros). A Figura 13 apresenta um modelo genérico de fluxograma qualitativo do processo.

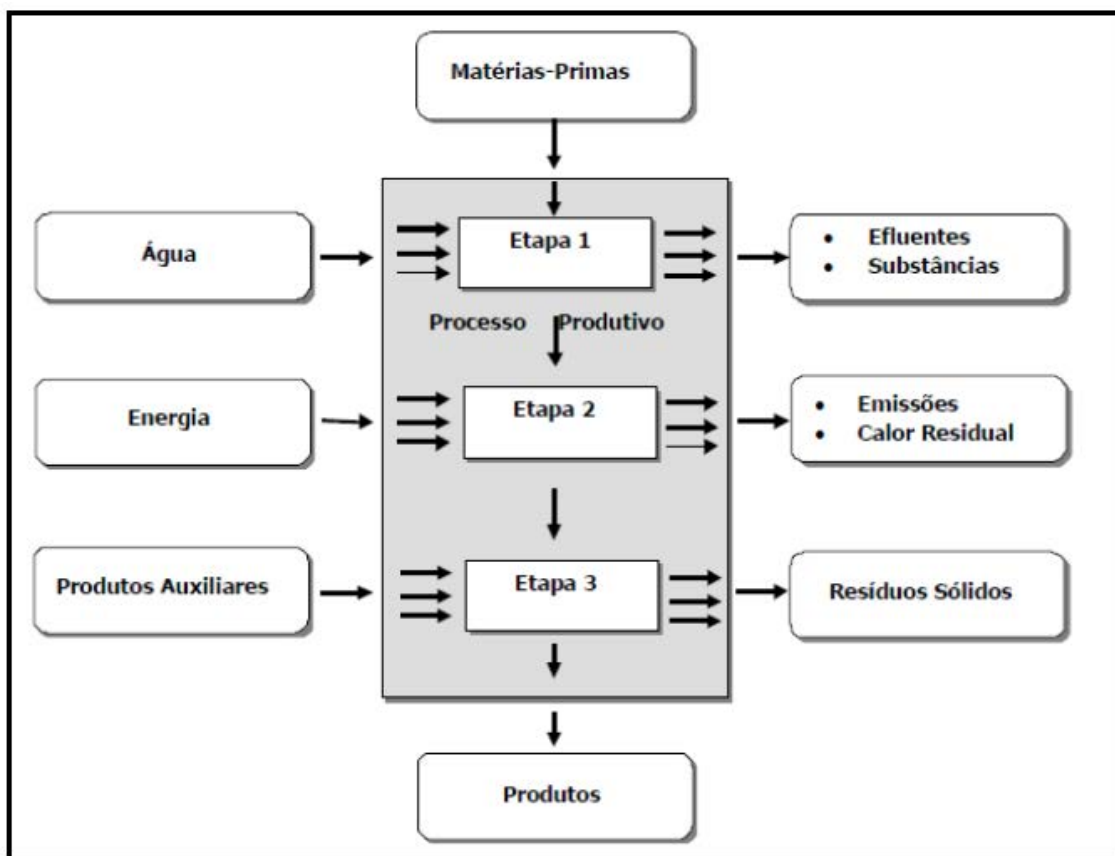


Figura 13: Modelo de um fluxograma qualitativo do processo.
Fonte: CNTL (2003a).

Por meio dos dados apresentados na Figura 13, podem-se avaliar os custos reais envolvidos no tratamento e disposição das emissões, efluentes e resíduos, além de verificar o retorno econômico do programa de P+L. Além disso, o fluxograma de processo serve também como uma ferramenta de visualização das etapas do processo produtivo, auxiliando na análise de viabilidade do programa (LEE; KOH, 2002).

Santos (2005) enfatiza que a separação do processo global em unidades de processo permite o isolamento e quantificação dos impactos ambientais que passariam despercebidos na análise do processo de forma global. A partir da obtenção dos dados qualitativos, obtêm-se então os dados quantitativos, através de um novo fluxograma (Figura 14).

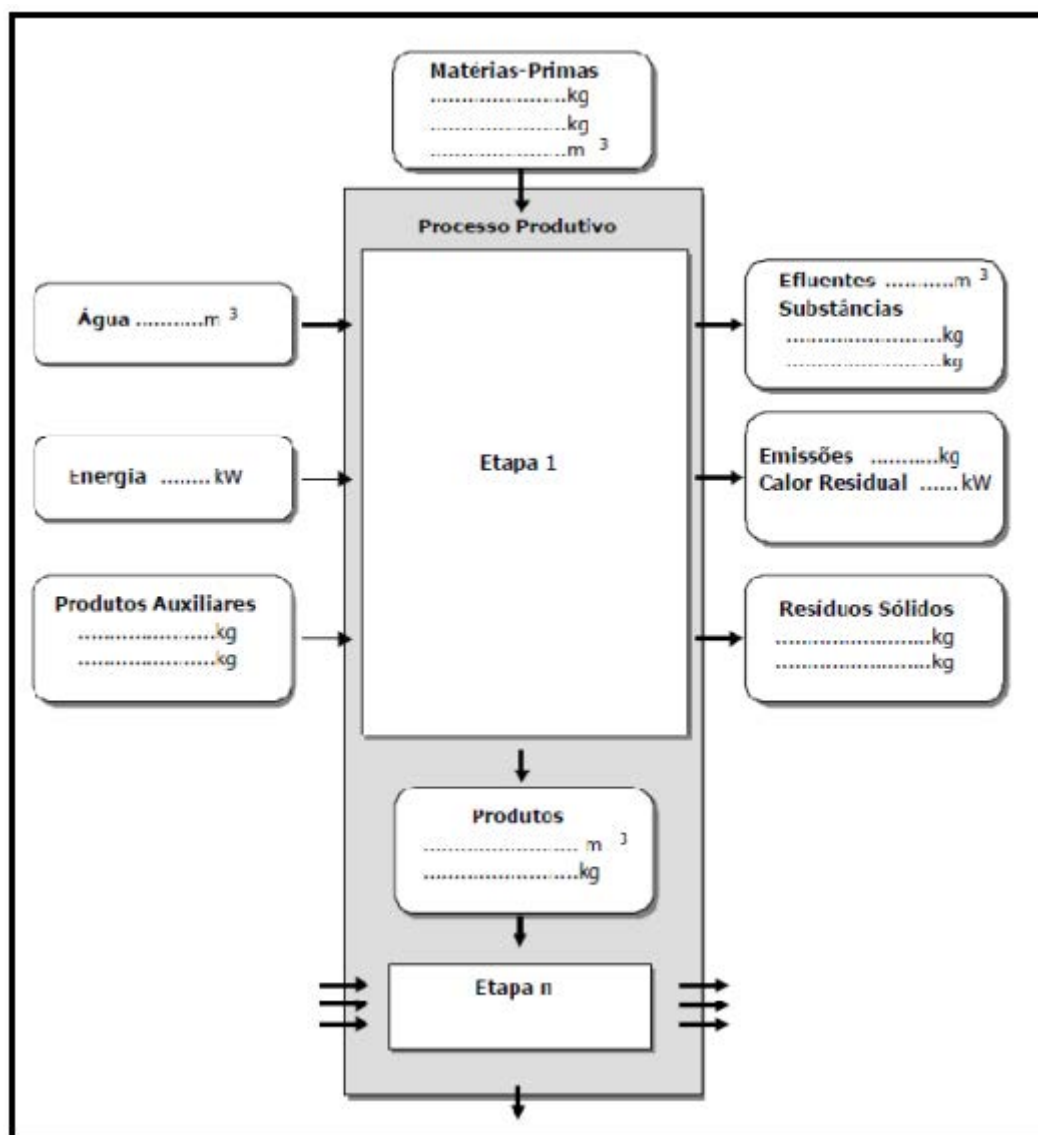


Figura 14: Modelo de fluxograma quantitativo do processo.
Fonte: CNTL (2003a).

A CEBDS (2009) recomenda, também, que sejam avaliados aspectos referentes ao licenciamento ambiental, verificando, através dos diversos setores da empresa, como ocorre a geração de resíduos sólidos, emissões atmosféricas e efluentes líquidos, além dos potenciais impactos.

Kolominskas e Sullivan (2004) afirmam que o registro de emissões e substâncias potencialmente nocivas requer a eficiente coleta e interpretação dos dados relativos às atividades de uma instalação, incluindo informações de emissões potenciais de interesse. Isso proporciona meios para o monitoramento das iniciativas de P+L e contribui para um processo de coleta de dados eficiente.

Definição das prioridades

Segundo o CNTL (2003a), devem-se utilizar as informações obtidas através do diagnóstico ambiental para a priorização dos processos a serem avaliados, com o objetivo de maximizar os resultados globais. Os resultados esperados são melhorias em termos de saúde no trabalho, meio ambiente, redução dos custos para a organização e melhorias de aspectos técnicos.

Os dados coletados nas etapas anteriores devem-se aliar à disponibilidade de recursos financeiros para definir as etapas, processos, equipamentos e produtos que terão prioridade na realização dos balanços de massa e energia. Cabe à equipe nomeada a análise do foco de priorização, principalmente, naquelas atividades que potencialmente foram alvo de penalidades legais em virtude do gerenciamento incorreto dos resíduos gerados (CEBDS, 2003).

Definição de Indicadores de desempenho

Oliveira (2006, p. 48) define indicadores de desempenho como “ferramentas técnico-gerenciais, importantes para orientar a tomada de decisão e estabelecer parâmetros comparativos de processos”. Tais indicadores permitem a avaliação, antes e depois da implantação do programa de P+L, gerando dados comparativos e estabelecendo a análise dos ganhos obtidos em termos econômicos e ambientais.

Para o CNTL (2003d) a utilização dos indicadores tem por finalidades principais ilustrar as melhorias ambientais ao longo do tempo, além de detectar as potenciais melhorias no processo produtivo, definindo as metas do desempenho ambiental.

Lundberg; Balfors; Folkesson, (2009) afirmam que o processo de seleção de indicadores é a consequência natural da fase de coleta e análise de dados, visando à melhoria do processo. Para Nagel (2003), os indicadores são ferramentas fundamentais para a realização do desempenho ambiental do programa de P+L.

A utilização dos indicadores depende do tipo e das características dos projetos a serem desenvolvidos. Neste sentido, CNTL (2003d) apresenta como exemplo os seguintes indicadores:

- quantidade de poluentes por unidade de produção (kg de resíduos por kg de peças produzidas);
- consumo de água por unidade de produção (L de água por kg de peças produzidas);
- consumo de energia por unidade de produção (KW por kg de peças produzidas);

Os autores Scavone (2006), Gale (2006), Burritt; Herzig; Tadeo, (2009), Staniskis; Stasiskiene, (2006) e Tam et *al.* (2006) apontam que a seleção de indicadores ambientais funciona como um método de avaliação do impacto ambiental e também fornece o nível de detalhamento necessário a nível estratégico de gestão.

Segundo Albiero Filho (2010), o detalhamento desses indicadores incorpora os objetivos e metas do programa de P+L, utilizando-se dos fluxogramas quali e quantitativos e das informações disponíveis na indústria. O número de indicadores pode ser ampliado proporcionalmente ao número de variáveis que possam surgir no sistema. O Quadro 3 apresenta alguns exemplos gerais de indicadores.

Quadro 3– Exemplos de indicadores de desempenho.

FOCO DA AVALIAÇÃO		EXEMPLO DE INDICADORES
Indicadores de Desempenho Operacional	Matéria-prima	- quantidade de materiais usados/produto - materiais ou matéria-prima reciclados ou reutilizados - embalagens descartadas ou reutilizadas/produto
	Energia	- tipo de energia usada/ano ou por produto ou serviço - tipo de energia gerada com subprodutos ou correntes de processo
	Água	- água consumida/ano ou por produto - água reutilizada/ano ou por produto
	Fornecimento e distribuição	- consumo médio de combustível da frota de veículos
	Resíduos	- resíduos gerados/ano ou por produto - resíduos perigosos, recicláveis ou reutilizáveis produzidos/ano - resíduos perigosos eliminados devido a substituição de material
	Efluentes líquidos	- volume de efluente /produto
	Emissões	- emissões atmosféricas prejudiciais à camada de ozônio - emissões de gases de efeito estufa, em CO ₂ equivalentes/ano ou por produto
	Ruído	- nível de ruído
Indicadores de Desempenho Gerencial	Implementação de políticas e programas	- número de iniciativas implementadas para a prevenção de poluição - níveis gerenciais com responsabilidades ambientais específicas - número de empregados que participam em treinamentos ambientais
	Conformidade	- número de multas e penalidades ou reclamações e os custos a elas atribuídos
	Desempenho financeiro	- gastos (operacional e de capital) associados com a gestão e controle ambiental - economia obtida através da gestão e controle ambiental - responsabilidade legal ambiental que pode ter um impacto material na situação financeira da indústria
	Relações com a comunidade	- número de programas educacionais ambientais ou quantidade de materiais fornecidos à comunidade - índice de aprovação em pesquisas nas comunidades

Fonte: Albiero Filho (2010).

A CNTL (2003d) complementa a ideia presente no Quadro 4 e propõe alguns indicadores diretamente relacionados à geração de resíduos e que são pertinentes a esta pesquisa, como mostra o Quadro 4.

Quadro 4 – Indicadores associados à geração de resíduos.

INDICADOR	DESCRIÇÃO	UNIDADE
Total de resíduos gerados	Valor absoluto	Kg
Geração específica sobre o total	Tipo de resíduo/Total de produto	Kg/Kg
Resíduo para reciclagem	Valor absoluto	Kg
Resíduo para disposição	Valor absoluto	Kg
Porcentual reciclado	Resíduo reciclado/Total gerado de resíduos	%
Resíduo Classe I, IIA, IIB	Montante de resíduos por classe/Total gerado de resíduos	%
Custos dos resíduos	Valor absoluto	R\$
Custos específicos dos resíduos	Total de Custos/Custo total de produção	%

Fonte: CNTL (2003d).

Em suma, os indicadores devem ser utilizados como instrumentos de apoio à tomada de decisão em relação às variáveis de processo apresentadas anteriormente. Vale ressaltar que no processo de gerenciamento de resíduos sólidos podem-se propor outras modalidades de indicadores, compondo assim o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da empresa, sendo este incorporado ao programa de P+L.

Balanços de massa e energia

Para a introdução das medidas de P+L em um processo produtivo, várias estratégias devem ser utilizadas, visando à integração de metas ambientais, econômicas e tecnológicas. Os fluxogramas quali e quantitativos fornecem o suporte necessário para a obtenção de informações, como a massa e a energia que entram e saem do processo, levando em conta quais os impactos destas atividades ao meio ambiente. Assim, pode-se estabelecer o controle das variáveis envolvidas, possibilitando a escolha da estratégia mais adequada para a redução da geração de resíduos (ALVES; OLIVEIRA, 2007).

Khan (2008) considera a etapa de balanços de massa e energia como um processo integrado que visa avaliar as cargas ambientais, quantificando sua energia, materiais usados e resíduos liberados no ambiente. Para Staniskis; Stasiskiene, (2006) o balanço também deve incluir o fluxo de material, para aumentar a eficiência de

utilização dos mesmos, reduzir os riscos de impacto ambiental e também os custos de proteção ambiental.

Fijał (2007) afirma que um método que avalie os impactos ambientais causados deve permitir a análise quantitativa da carga ambiental, que pode ser expressa através de balanços de massa e energia transferidos entre os processos avaliados, passando pelo produto já manufaturado e o meio ambiente. O mesmo autor complementa que é necessário desenvolver ferramentas que permitam a análise dos impactos referentes às medidas ecológicas a serem tomadas, substituindo assim as práticas vigentes.

De acordo com Santos (2005), o balanço de massa inclui a contabilidade de materiais do processo, levando-se em conta a premissa que todos os materiais que entram no processo saem de alguma forma.

Santos (2005) enfatiza que as variáveis englobam tanto o produto como os subprodutos. Em caso de contabilização de todos os materiais envolvidos, a razão da equação será próxima a 1. Se o valor da equação diferir significativamente de 1, significa que há um desequilíbrio entre a massa e o volume, existindo assim saídas não identificadas.

Identificação das causas de geração de resíduos

Após a realização das medições já mencionadas e também dos balanços de massa e energia, a próxima etapa consiste na avaliação das causas de geração de cada resíduo. De acordo com o CEBDS (2003), devem ser feitos os seguintes questionamentos: Por quê? Como? Quando? e Onde?

O CNTL (2003a) fornece uma lista com alguns dos fatores envolvidos na geração de resíduos e emissões no processo industrial, exibidos no Quadro 5.

Quadro 5 – Fatores envolvidos na geração de resíduos industriais.

Fonte de Origem	Fatores
Operacional	- consumo de água e energia não conferidos; - acionamento desnecessário ou sobrecargas de equipamentos; - falta de manutenção preventiva; - etapas desnecessárias no processo; - falta de informações de ordem técnica e tecnológica.
Matéria-prima	- uso de matérias-primas de menor custo ou abaixo do padrão de qualidade; - falta de especificação de qualidade; - deficiência no suprimento; - sistema inadequado de gerência de compras; - armazenagem inadequada.
Produtos	- proporção inadequada entre resíduos e produtos; - design impraticável do produto; - embalagens inadequadas; - produto composto por matérias-primas perigosas; - produto de difícil desmontagem e reciclagem.
Capital	- escassez de capital para investimento em mudanças tecnológicas e de processo; - foco exagerado no lucro, sem preocupações na geração de resíduos e emissões; - baixo capital de giro.
Gerenciamento dos resíduos	- inexistência de separação de resíduos; - desconsideração pelo potencial de reuso de determinados resíduos; - não recuperação de energia nos produtos, resíduos e emissões; - manuseio inadequado.
Recursos Humanos	- recursos humanos não qualificados; - falta de segurança no trabalho; - exigência de qualidade – treinamento inexistente ou inadequado; - trabalho sob pressão; - dependência crescente de trabalho eventual e terceirizado.
Fornecedores/ parceiros comerciais	- compra de matérias-primas de fornecedores sem padronização; - falta de intercâmbio com os parceiros comerciais; - busca somente do lucro na negociação, sem preocupação com o produto final.
Know-how/processo	- utilização errada dos parâmetros de processo; - uso de tecnologias de processo ultrapassadas

Fonte: CNTL (2003a).

Em geral, os fatores apresentados no Quadro 5 podem sofrer variações de acordo com as particularidades de cada setor industrial, pois tratam-se, muitas vezes, de materiais com características inerentes aos processos em questão.

Lugli (2009) propõe a utilização do diagrama de causa e efeito (ou diagrama de Ishikawa) para o mapeamento dos principais fatores que influenciam na geração de resíduos, apresentado na Figura 15.

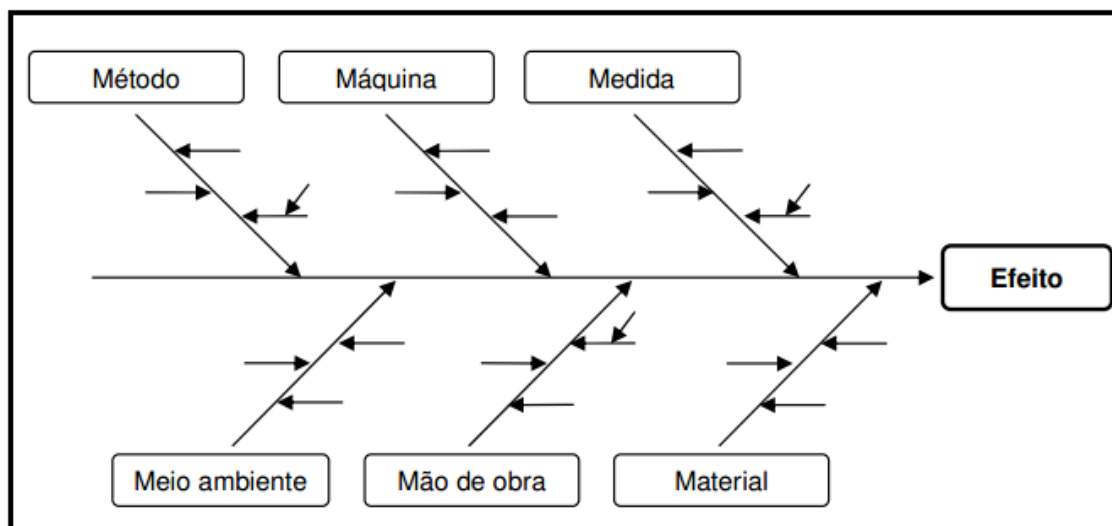


Figura 15: Modelo de Diagrama de Ishikawa.

Fonte: Lugli, 2009.

Segundo Santos (2005) e Lugli (2009), as causas geralmente utilizadas no diagrama são: método, máquina, medida, meio ambiente, mão de obra e matéria prima. A definição de cada um destes termos é apresentada no Quadro 6.

Quadro 6 – Exemplos de causas e suas definições.

Grupo de causas	Definição
Método	Forma como o processo é realizado, incluindo o fluxo, procedimentos de trabalho e operacionais.
Máquina	Avaliação de equipamentos e instrumentos em geral, bem como seus ajustes e manutenção.
Medida	Forma de medição dos resultados e como suas variáveis podem ser mensuradas e amostradas.
Meio ambiente	Envolve as características físicas do ambiente processo (temperatura, umidade, ruídos) bem como dos colaboradores da empresa (motivação, remuneração, relação entre os níveis hierárquicos).
Material	Inclui as entradas do processo e suas particularidades, como fornecedores, modificações e variabilidade.
Mão de obra	Envolve os diferentes níveis hierárquicos (gerentes, operários, entre outros) e os fatores a eles relacionados como conhecimento, treinamento e capacidade.

Fonte: Elaborado à partir de Lugli (2009) e Santos (2005).

Assim, a utilização do diagrama de Ishikawa (Figura 15) realça as fontes e causas dos resíduos e emissões, utilizando-se dos dados obtidos na fase do balanço de massa e contribuindo para um processo de melhoria contínua.

Oportunidades de Produção mais Limpa

Depois de identificadas as causas da geração de resíduos, a equipe deve buscar soluções tangíveis para os problemas, ou seja, identificar as oportunidades para deixar de gerar o resíduo. O CNTL (2003a; 2003c) e o SENAI-RS (2003) determinam as estratégias que possuem maiores vantagens em termos ambientais, como já descritos anteriormente (Figura 6 – Capítulo 3). As etapas de cada estratégia são detalhadas no Quadro 7.

Quadro 7 – Sequência de priorização das estratégias de P+L.

Estratégia	Etapa	Descrição
Redução na fonte	Alteração de produto	Mudanças nos padrões de qualidade, composição, durabilidade e design, visando reduzir os resíduos e emissões decorrentes de sua utilização.
	Alteração de matérias primas	Tem por objetivo reduzir ou eliminar os materiais que possam gerar resíduos perigosos no processo.
	Alterações tecnológicas	Envolvem alteração de equipamentos, visando a redução de resíduos, efluentes e emissões.
	Alteração operacional	Mudanças no processo de produção, incluindo modificação de equipamento, disposição de tubulações, uso de automação, taxas de fluxo, temperaturas, pressões, possibilitando a minimização de resíduos.
Reciclagem	Interna	Retorno de um material residual para o processo de origem, substituindo matérias-primas virgens.
	Externa	Recuperação das matérias-primas de maior valor, agregando valor e reintegrando-as ao ciclo econômico (exemplo: papel, vidro, orgânico e aparas em geral).

Fonte: Elaborado a partir de CNTL (2003a; 2003c) e SENAI-RS (2003).

Além dos fatores exibidos no Quadro 7, consideram-se também variáveis como: fluxo de produtos semi-acabados, retrabalho de produtos, processos de qualidade, saúde e segurança do trabalho, tempos produtivos, entre outros, identificando os impactos mais significativos envolvidos no processo e que são passíveis da aplicação das técnicas de P+L (DARBRA et al., 2005).

De acordo com o CNTL (2003c), a partir do conhecimento dos processos da empresa, assim como dos focos de prioridade para a implantação do programa de P+L,

a equipe pode realizar uma seção de levantamento de ideias, durante a qual estas são desenvolvidas e compartilhadas as ideias entre os membros da equipe. Recomenda-se que, para a obtenção de resultados satisfatórios nesta atividade:

- Não haja constrangimentos hierárquicos que impeçam a partilha de ideias;
- A atividade seja realizada em um horário e ambiente que estimulem a criatividade dos membros;
- Haja a inclusão de todas as ideias em uma lista, ampliando assim a oportunidade de análise para todas as possibilidades.

Análise de viabilidade técnica, ambiental e econômica

Na etapa anterior foram identificadas as opções de P+L. Agora ocorre a avaliação técnica, econômica e ambiental para cada opção identificada. O CNTL (2003a) detalha os principais aspectos da análise de viabilidade:

Análise técnica

As opções de P+L são analisadas de acordo com suas propriedades e requisitos técnicos para a fabricação de um produto ou serviço, levando em conta as possibilidades de modificações. No caso de um processo de produção, devem ser analisados os impactos das medidas sobre a produtividade; testes e ensaios para análise de viabilidade da substituição de matérias primas e outros insumos; experiência de outras companhias; necessidades de mudanças de pessoal sejam eles envolvidos com procedimentos operacionais, ou de manutenção, além da inclusão de treinamentos.

Análise ambiental

Esta etapa analisa os benefícios ambientais que poderão ocorrer após a implantação do programa. Verifica-se que a utilização de indicadores de desempenho previamente definidos podem auxiliar na análise. Dentre eles, pode-se citar: redução da quantidade de resíduos, efluentes e emissões; redução da carga inorgânica e metais pesados, ou de outros resíduos perigosos (classificados como Classe I) em geral; redução na utilização dos recursos naturais.

Análise econômica

Segundo a CETESB (2002), a análise econômica permite a verificação se a opção de P+L escolhida é viável para a empresa. São analisados aspectos como: os investimentos necessários; os custos operacionais; a economia da empresa com a redução e ou eliminação das multas. Recomenda ainda que, inicialmente, a empresa utilize opções mais simples e de menor custo, para posteriormente considerar modificações no processo que exigem pesquisas, testes, despesas de instalação e investimento em capital.

Jaju e Mohanty (2008) consideram que, no caso de alterações que envolvam custos iniciais como o investimento em instalações, o uso de índices lucratividade pode colaborar através do cálculo do período de retorno do capital investido ou a utilização de outros índices da matemática financeira que levem em conta a economia de custos relacionados à minimização de resíduos.

Existem também benefícios indiretos, os quais são de difícil mensuração, pois se tratam de variáveis independentes do controle interno. Entre eles, pode-se citar o atendimento da legislação ambiental, os padrões de comportamento humano (motivação e sensibilização dos trabalhadores), a cultura organizacional, a imagem da empresa e a saúde e segurança dos trabalhadores (LIN et al. 2007; TSENG et al. 2009).

Segundo a CETESB (2002), mesmo sendo índices de difícil mensuração em curto prazo, estes devem ser acompanhados e discutidos estrategicamente, pois, são significativos a médio e longo prazo.

Implantação e monitoramento das medidas

A etapa de implantação tem por objetivo organizar todas as ações necessárias para que as oportunidades de P+L sejam selecionadas e priorizadas de acordo com o resultado das análises econômicas, técnicas e ambientais realizadas na etapa anterior. Para tanto, o CNTL (2003c) sugere a elaboração de um Plano de implantação das medidas.

Ainda segundo o CNTL (2003c), este Plano deve considerar os benefícios imediatos que podem ser obtidos com a implantação das medidas de P+L em questão. Tseng; Lin; Shiu, (2009) propõem algumas questões a fim de auxiliar na tomada de decisões para a elaboração do Plano de implantação das medidas de P+L, tratando

adequadamente as incertezas e imprecisões inerentes ao processo e seus possíveis benefícios, como mostra o Quadro 8.

Quadro 8 – Questões para a escolha das medidas de P+L.

Benefício obtido	Questão
Ganho ambiental	Haverá ganho ambiental significativo através da minimização de resíduos, da redução da toxicidade dos poluentes, da substituição de matérias primas tóxicas por não tóxicas e da eliminação de vazamentos e derramamentos?
Melhorias gerais	Haverá melhoria na eficiência do processo, na saúde e ergonomia dos colaboradores e na qualidade do produto?
Relação com os <i>stakeholders</i>	Haverá melhorias quanto ao atendimento dos requisitos legais, no relacionamento com os órgãos de controle ambiental, com a comunidade e com os clientes?
Retorno financeiro	Haverá retorno financeiro a curto, médio e longo prazo?

Fonte: Elaborado a partir de Tseng et al. 2009.

É importante salientar que as questões propostas no Quadro 8 são apenas arbitrárias e podem ser adaptadas de acordo com a particularidade de cada empresa.

O CNTL (2003c) alerta, ainda, que o Plano de implementação deve ser acompanhado pelo sistema de monitoramento das medidas, que inclui a renovação da equipe, além do constante treinamento e inclusão dos colaboradores em relação ao processo de implantação. O monitoramento visa, ainda, à melhoria contínua, mantendo a empresa atualizada quanto às inovações tecnológicas e às alterações legais, além da melhoria na eficiência no processo produtivo.

De acordo com a CETESB (2002), os indicadores definidos no início do programa serão uma importante ferramenta para monitorar e avaliar o desempenho ambiental dos processos da empresa. De posse destes dados, podem-se quantificar os ganhos obtidos a partir da implantação do programa, como por exemplo:

- redução dos impactos ambientais;
- economia proveniente do consumo de água;
- redução dos custos oriundos do tratamento e disposição de poluentes;
- maximização do rendimento dos projetos de reciclagem;
- aumento de produtividade, entre outros.

Plano de continuidade

A última etapa consiste no estabelecimento de um Plano de Continuidade, buscando o aprimoramento contínuo e a análise crítica dos processos que permitirão que a empresa mantenha-se atualizada, principalmente no que se refere às inovações tecnológicas e mudanças da legislação ambiental. O Plano de Continuidade também assegura a melhoria na eficiência dos processos produtivos e o envolvimento do corpo de colaboradores e dos *stakeholders* (CETESB, 2002).

É importante salientar também que caso o programa não alcance a meta esperada, a equipe deverá reavaliar todas as etapas que fazem parte do programa, identificando as falhas presentes nas etapas que o compõem, além de propor medidas corretivas e reiniciar o programa (CETESB, 2002).

4 O PROCESSO DE PRODUÇÃO DE ARTEFATOS PLÁSTICOS

Neste capítulo, serão abordados alguns conceitos e técnicas especificamente associados à indústria de transformados plásticos, desde algumas características de sua principal matéria-prima (o termoplástico) até a fabricação dos moldes de injeção e o funcionamento de uma injetora.

Termoplásticos

Os termoplásticos são polímeros formados por combinações de longas cadeias de moléculas, que resultam em complexas estruturas macromoleculares. Os termoplásticos de maior utilização, devido a suas propriedades (térmica, mecânica, química, fluidez), são os denominados de cristalinos - PP, PE, PA³ - (ROSATO, 2000).

No processo de moldagem por injeção, o material termoplástico é homogeneizado e injetado através de pressão positiva para o interior das cavidades do molde. Ao ser inserido no molde, o material chega às cavidades através de alimentação ou chega diretamente às cavidades através da câmara quente. A maior barreira no processo se dá pela diversidade de materiais com diferentes pontos de fusão como corantes, retardantes de chama, estabilizantes térmicos e de luz (ROSATO, 2000).

Ainda de acordo com Rosato (2000) um produto plástico pode ser o resultado da mistura química de dois ou mais monômeros diferentes, formando copolímeros e também a mistura física de dois ou mais materiais plásticos, resultando assim nas chamadas blendas miscíveis (mistura completa de dois ou mais plásticos com a formação de uma só fase) e imiscíveis (mistura parcial de dois ou mais materiais plásticos com a formação de duas ou mais fases, com ou sem aditivos ou agentes compatibilizantes).

³ Para maiores detalhes, consultar a Lista de Siglas.

Molde de injeção

O molde de injeção determina o sucesso da operação de moldagem plástica, pois caso o molde não seja corretamente projetado, fabricado, operado e conservado, o processo será ineficiente e custoso (ROSATO, 2000).

O molde geralmente é fabricado a partir de ligas de aço, conferindo um melhor acabamento ao material injetado em seu interior, além de aumentar a resistência ao desgaste do processo. Ao fabricar um molde, devem ser levados em conta fatores como: capacidade de injeção; força de fechamento, dimensões do alojamento do molde e capacidade de plastificação, bem como as características do material plástico que será processado; contração; condição de fluxo e abrasividade (GASTROW, 2006). Ainda baseado no autor, classificam-se alguns moldes e apresentam-se algumas figuras:

- Molde padrão, com duas placas;
- Molde com gaveta (Figura 16);
- Molde com três placas;
- Molde com câmara quente;
- Molde Stack, ou sanduíche (Figura 17).



Figura 16: Partes de um molde com gaveta.

Fonte: Adaptado de documentos internos da empresa.

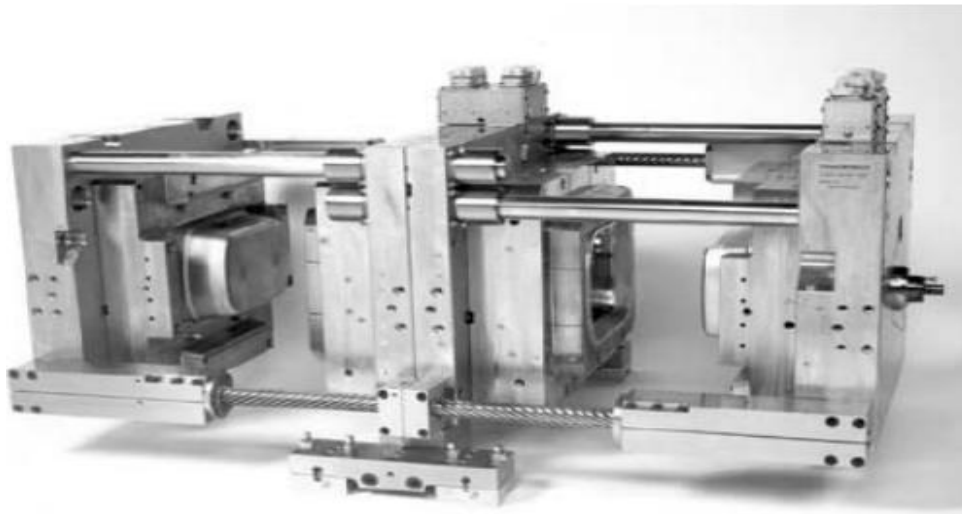


Figura 17: Exemplo de Molde Stack.
Fonte: Gastrow (2006).

Máquinas injetoras

Uma máquina de moldagem por injeção possui dois compartimentos básicos: a unidade de injeção e a unidade de fechamento. A unidade de injeção é chamada também de unidade plastificadora, sendo responsável pelo cisalhamento, atrito e homogeneização do material termoplástico, ocorrendo a transferência do material para o interior do molde. Já a unidade de fechamento é responsável por travar o molde no instante da injeção e pela posterior abertura do molde, após o processo de solidificação da peça.

A Figura 18 exibe um modelo de injetora do tipo convencional, ou horizontal.

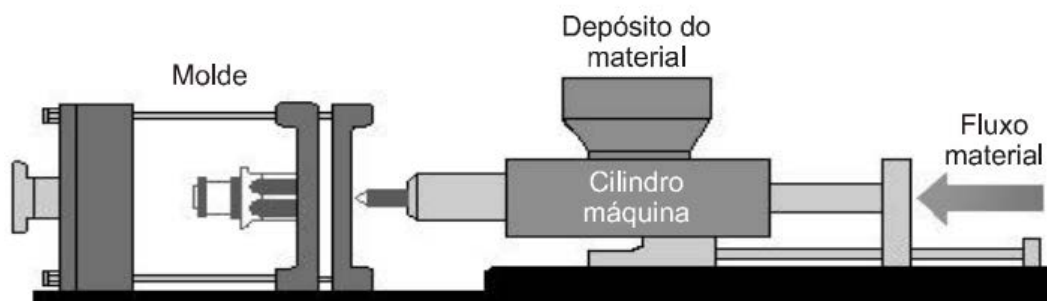


Figura 18: Modelo de máquina injetora horizontal.
Fonte: Galdamez (2002).

De acordo com Torres (2007), a unidade de injeção é o local no qual o material é armazenado e do qual é transportado progressivamente para posteriormente, passar pelos estágios de alimentação, compressão e injeção. A unidade (Figura 19) é composta de um funil de alimentação, rosca de plastificação, cilindro de plastificação (ou canhão), bico de injeção, resistências elétricas, motor de dosagem e cilindro hidráulico de injeção.

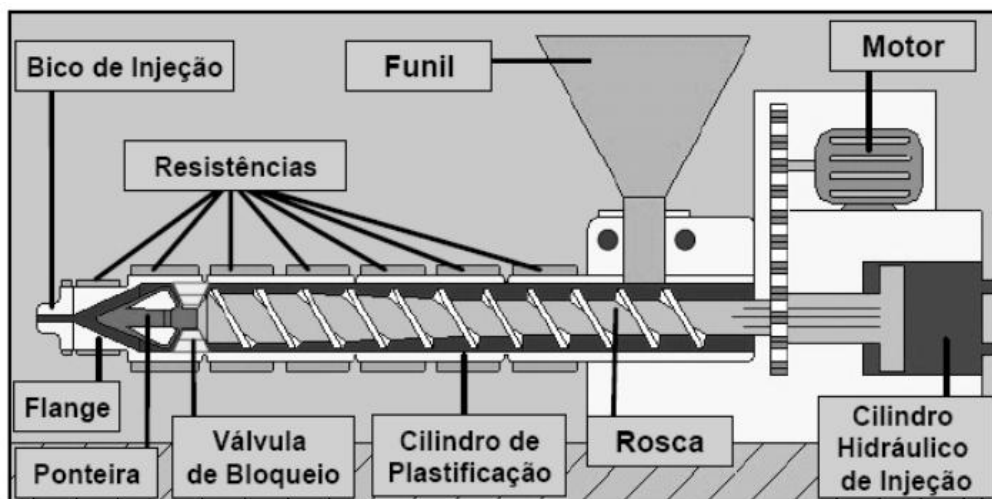


Figura 19: Unidade de injeção e seus componentes.
Fonte: Torres (2007).

Ao inserir o material termoplástico no funil em forma de grânulos, os mesmos são encaminhados para a parte anterior do canhão, através de uma pressão positiva. Assim, os grânulos são aquecidos até alcançar o seu ponto de fusão, tornando o material adequado para a moldagem (ROSATO, 2000). O processo de moldagem plástica por injeção é evidenciado de maneira genérica na Figura 20.

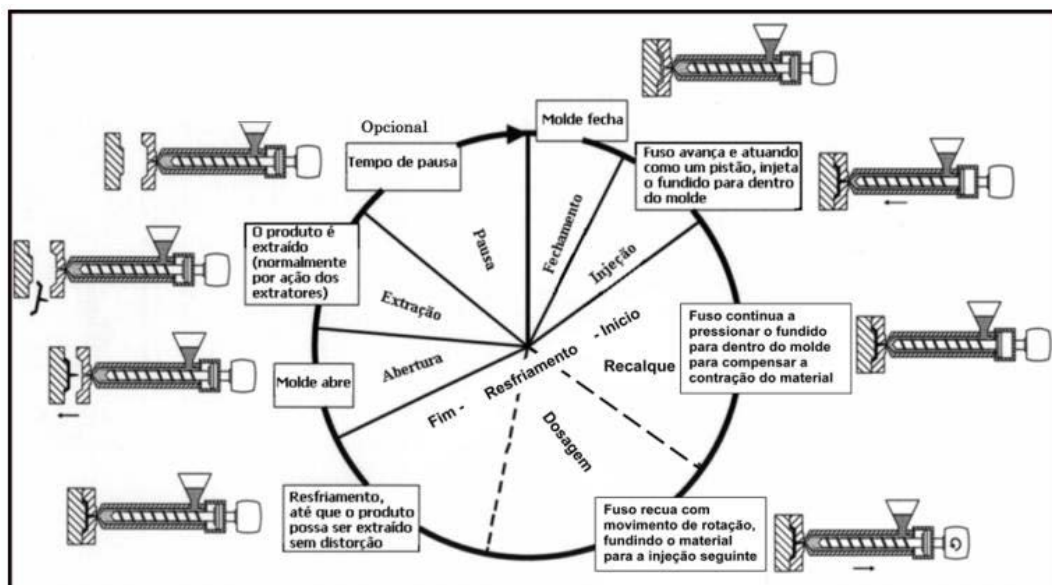


Figura 20: Ciclo do processo de moldagem plástica por injeção.
Fonte: Dias (2008).

O ciclo do processo de moldagem geralmente é composto por 6 etapas (Figura 20), desde o fechamento do molde, passando pela injeção propriamente dita e em seguida, pelo processo de resfriamento composto por 2 fases: recalque e dosagem. Assim, quando o produto chega à temperatura ideal, para que possa ser extraído sem deformidades, o molde abre e então o produto é extraído. Consequentemente, a máquina passa por um período de pausa (que pode variar de segundos até minutos, dependendo do tipo de produto e matéria prima utilizada) até reiniciar o ciclo.

5 MÉTODO DE PESQUISA

Por meio de uma abordagem exploratória de pesquisa do tipo quali-quantitativa (MERRIAM, 1998; PETTIGREW, 1985; YIN, 2005) desenvolveu-se um estudo de caso em uma indústria de plásticos. Para os autores Silva e Menezes (2001), a pesquisa exploratória envolve o levantamento bibliográfico, entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado e análise de exemplos que estimulem a compreensão.

O estudo enfatiza a necessidade de reconhecer a peculiaridade do objeto de estudo, sendo este o gerenciamento de resíduos sólidos industriais, de forma a permitir o seu detalhado conhecimento para, posteriormente, propor melhorias que priorizam a sua minimização através da aplicação dos princípios da P+L.

Este método foi escolhido porque, segundo Miguel (2007), o estudo de caso possui uma natureza empírica que investiga um determinado fenômeno, geralmente contemporâneo, dentro de um contexto real de vida, quando as fronteiras entre o fenômeno e o contexto em que ele se insere não são claramente definidas.

Trata-se, portanto, de uma análise aprofundada de um ou mais casos (GIL, 1996; BERTO; NAKANO, 2000) que permita o seu amplo e detalhado conhecimento. Ainda, para Mattar (1996), o objetivo de se estudar um caso é aprofundar o conhecimento acerca de um problema não suficientemente definido, procurando a compreensão, sugerindo hipóteses e questões ou o desenvolvimento de teorias.

Também foi importante para a escolha do método de pesquisa, considerar o exposto por Martins (2008), quando este afirma que tal método busca apreender a totalidade de uma situação, identificando e analisando a multiplicidade que envolve o caso. Além disso, busca descrever, compreender, discutir e analisar a complexidade de um caso concreto.

De acordo com Oliveira (2011), o estudo de caso possui características indutiva e qualitativa, muitas vezes tornando o pesquisador seu principal articulador na interpretação dos dados e na conclusão das informações.

Segundo Yin (2001), os estudos de caso tentam esclarecer o motivo pelo qual uma decisão ou um conjunto de decisões foram tomadas, como foram implementadas e como os resultados foram alcançados. Assim, o método escolhido nesta pesquisa

adequou-se a essas exigências. Ainda, para o autor, um estudo de caso pode ser classificado da seguinte maneira:

- De acordo com o seu conteúdo e objetivo final (exploratórios, explanatórios, ou descritivos) ou;
- Pela quantidade de casos (caso único – holístico ou incorporado ou casos múltiplos – também categorizados em holísticos ou incorporados).

Nesta pesquisa optou-se por um estudo de caso único, ou seja, explorar as experiências vivenciadas pela empresa estudada e assim propor melhorias ao processo de gerenciamento de seus resíduos. De acordo com Yin (2001), isso permite a obtenção de um estudo com maiores detalhes, aprofundando a pesquisa em sua unidade de análise. Embora não permita a generalização dos resultados (DYER e WILKINS, 1991), esta modalidade de estudo permite o estabelecimento de comparações com situações semelhantes e o atendimento das particularidades envolvidas.

Coleta de dados

Com a finalidade de obter informações, tanto em relação ao seu processo produtivo, quanto ao gerenciamento dos resíduos gerados pela Indústria Y, foram realizados os seguintes procedimentos:

- Pesquisa documental;
- Entrevistas;
- Utilização de formulários;
- Pesquisa de campo.

De acordo com Calado (2004), a pesquisa documental permite a investigação de determinada problemática não em sua interação imediata, mas de forma indireta, por meio do estudo dos documentos que são produzidos, buscando compreender um determinado fato. Segundo Bravo (1991), documentos são todas as realizações produzidas pelo homem que se mostram como indícios de sua ação e que podem revelar suas ideias, opiniões e formas de atuar e viver, podendo os classificar em escritos, numéricos ou estatísticos, os de reprodução do som e imagem e os documentos-objeto.

Nesta perspectiva, na etapa de coleta de dados desta pesquisa, o pesquisador teve acesso a documentos específicos do processo produtivo da Indústria Y, agendado através de um primeiro contato telefônico com o Gerente Industrial da unidade, que lhe permitiu o acesso aos documentos. Uma vez que se buscou apenas familiarizar-se com as etapas geradoras de resíduos sólidos, o acesso às informações estratégicas de tecnologia foi limitado.

Na sequência, foram agendadas entrevistas, via e-mail e por telefone, com representantes da direção. Devido às restrições em obter autorização para a gravação das entrevistas, optou-se por transcrevê-las em blocos de anotações. A estratégia básica para a realização das entrevistas foi baseada em Figueiredo (2007), sendo conduzidas de modo informal, ou seja, como uma entrevista semiestruturada. Foi realizada com 3 representantes da direção: Gerente Industrial, Diretor Comercial e Coordenador de usinagem. Também foram entrevistados 3 membros do Time multifuncional.

Segundo Barros e Lehfeld (2000, p.58), “a entrevista semiestruturada estabelece uma conversa amigável com o entrevistado, busca levantar dados que podem ser utilizados em análise qualitativa, selecionando-se os aspectos mais relevantes de um problema de pesquisa.”

No ato da entrevista o pesquisador contou com o apoio de formulários que continham perguntas abertas e abrangentes (Apêndices A e B), com a finalidade de obter o máximo de informações ligadas ao objeto de estudo. Para Barros e Lehfeld (2000, p.90), “o formulário é o instrumento mais usado para o levantamento de informações. Não está restrito a uma determinada quantidade de questões [...] e pode possuir perguntas fechadas e abertas e ainda a combinação dos dois tipos”. Além da realização das entrevistas utilizou-se também de breves telefonemas e e-mails com a finalidade de sanar dúvidas ou ainda buscar novas informações.

Para a elaboração destes formulários utilizaram-se questões formuladas a partir da consulta a manuais e guias de produção mais limpa. A coleta inicial dos dados foi realizada através do questionário denominado de Levantamento Preliminar (Apêndice A). Nesta etapa, o objetivo era familiarizar-se com a empresa e seu processo produtivo. Desta forma foram coletadas informações gerais quanto aos aspectos operacionais.

Os dados específicos foram coletados com o auxílio do formulário de pesquisa denominado Levantamento Específico (Apêndice B), a fim de obter as informações com

um maior nível de detalhes. Foram realizadas diversas visitas à empresa para a coleta e refinamento dos dados, com a finalidade de realizar o diagnóstico do gerenciamento dos resíduos sólidos e para a elaboração dos fluxogramas de processos, balanço de massa e a verificação dos resíduos gerados. A partir da análise destas partiu-se para a etapa de pesquisa de campo, com o objetivo de buscar informações para formular as propostas de melhorias no gerenciamento dos resíduos sólidos e as oportunidades de minimização.

As premissas adotadas para a etapa de campo foram formuladas a partir dos dados coletados na pesquisa exploratória, sendo complementados com registros empíricos e fotográficos, além da utilização de balanças para a quantificação dos resíduos.

6 ESTUDO DE CASO

Caracterização da empresa foco do estudo

O Estudo de Caso foi realizado em uma indústria de transformados plásticos do segmento de utilidades domésticas, localizada no interior do Estado de São Paulo. Para fins desta pesquisa, será denominada de Indústria Y, mantendo em sigilo as informações aqui detalhadas.

De acordo com a classificação do BNDES (Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social), quanto ao porte, trata-se de uma empresa de médio-grande porte⁴, contando hoje com 1300 (mil e trezentos) colaboradores, sendo 1200 (mil e duzentos) no setor produtivo e 100 (cem) no administrativo. Ela opera 24 horas por dia em três turnos, de segunda a sábado.

Em termos de estrutura física, a matriz conta com uma área de 50.000m² (cinquenta mil metros quadrados), sendo considerada uma das maiores no segmento de utilidades domésticas. Compreendem-se nesta área, além das unidades produtiva e administrativa, um Centro de Educação Infantil. Atualmente, são disponibilizadas 15% das vagas para os filhos dos colaboradores e os 85% das vagas restantes são destinadas para as comunidades carentes estabelecidas próximas da empresa.

Outras atividades de caráter social praticadas pela Indústria Y são a inclusão de pessoas portadoras de deficiência em seu quadro de funcionários; a distribuição de produtos em campanhas beneficentes organizadas no município em que está inserida e a manutenção de uma pequena linha de montagem para o acabamento de produtos, na Penitenciária Municipal.

A Indústria Y conta ainda com um Centro de Distribuição na cidade de Recife/PE, responsável por toda a logística dos produtos nas regiões Norte e Nordeste; e também com um Centro Administrativo localizado na cidade de São Paulo/Capital,

⁴ O BNDES classifica uma empresa com Receita Operacional Bruta anual ou anualizada superior a R\$ 90.000.000,00 (noventa milhões de reais) e inferior ou igual a R\$ 300.000.000,00 (trezentos milhões de reais) como médio-grande porte.

Disponível em:

<http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/Apoio_Financeiro/porte.html>

Acesso em: 14 jul. 2013.

visando à proximidade de sua marca com um dos maiores centros financeiros do mundo.

Seus clientes abrangem desde grandes redes de supermercados, redes de lojas especializadas em construção, acabamento, decoração, materiais de escritório e jardinagem, distribuidoras, indústrias de cosméticos, além de pequenas redes de supermercados locais e lojas de pequeno porte.

A Indústria Y exporta seus produtos para mais de 40 países, sendo na maioria os países da América Latina e Caribe, além de alguns países europeus. No Brasil, ela é responsável por aproximadamente 20% das vendas de utilidades domésticas em plásticos, contando hoje com equipes de vendas em todos os estados da Federação.

Quanto ao seu Sistema de Gestão da Qualidade, a Indústria Y conta desde 1997 com a ISO 9000. Hoje possui a certificação ISO 9001:2008, aplicando as diretrizes estabelecidas às atividades de Projeto, Fabricação e Vendas em conformidade com os requisitos da certificação. Durante o processo produtivo, o CQI (Controle de Qualidade Interno) é o setor responsável por avaliar os produtos e procedimentos, além de auditar e validar os requisitos da norma na empresa.

Com a finalidade de aprimorar o trabalho de redução do desperdício e retrabalhos no processo industrial, além colaborar com a qualidade de vida dos colaboradores, a empresa possui uma equipe de implantação e monitoramento do Projeto 5S. O 5S é um método desenvolvido no Japão que busca, através da ação integrada dos 5 sentidos (utilização, organização, limpeza, saúde, segurança e autodisciplina), educar os colaboradores.

A empresa conta também com uma brigada de incêndio e primeiro socorros com aproximadamente 50 membros que recebem treinamento mensal, além de uma bonificação extra-salarial. A equipe é responsável também pela organização de eventos como a Semana de Prevenção de Acidentes e Gestão de Riscos, evento anual que integra representantes das áreas de segurança, social, ambiental e da qualidade, através da realização de cursos, palestras e oficinas.

Deve-se ressaltar nesta pesquisa que não foram cedidos por parte da alta direção dados como lucratividade anual, porcentagem de participação nos lucros por parte dos colaboradores e também sobre a produção total anual.

7 RESULTADOS

Neste capítulo são avaliados e discutidos os dados obtidos junto à Indústria Y, quanto ao gerenciamento dos resíduos sólidos gerados na fabricação de seus produtos. Inicialmente será avaliado o gerenciamento de resíduos sólidos para a posterior proposição de melhorias, priorizando a minimização da geração de resíduos.

Descrição do processo produtivo

O processo produtivo na Indústria Y é composto por 9 etapas, desde o planejamento até a saída do produto para o mercado, como mostra a Figura 21. Estas etapas serão detalhadas a seguir.

1ª etapa: A Indústria Y possui um Comitê Gestor responsável por planejar e gerenciar as etapas do processo produtivo, desde o seu projeto até a venda do produto final. Este comitê é composto pelo Diretor-Presidente (posição ocupada pelo proprietário da empresa), Diretor Comercial, Diretor de Vendas, Gerente Industrial, Gerente de Projetos, Gerente de Marketing, Gerente de Informática e pelo Auditor Interno do Sistema de Qualidade. Ao iniciar a produção de um determinado produto na Indústria Y, o Comitê Gestor se reúne para discutir as análises das pesquisas de mercado realizadas pela equipe de marketing e suas possíveis aplicações comerciais. Após a análise das propostas de novos projetos, o comitê encaminha ao Departamento de Projetos um escopo sobre o projeto que foi discutido, o qual dará origem a um NP (Novo Produto) ⁵.

2ª etapa: Ao receber o escopo do projeto, o Departamento de Projetos, através de sua equipe de *designers*, inicia a elaboração do protótipo do NP. Posteriormente, este protótipo é encaminhado para a análise do Comitê Gestor e, em caso de reprovação do novo modelo criado, o Comitê pode ou não vetar o projeto, sendo este ainda passível de

⁵ Para fins desta pesquisa e por determinação da empresa, o NP (Novo Produto) será a denominação genérica para determinados lotes do mix de produtos da empresa.

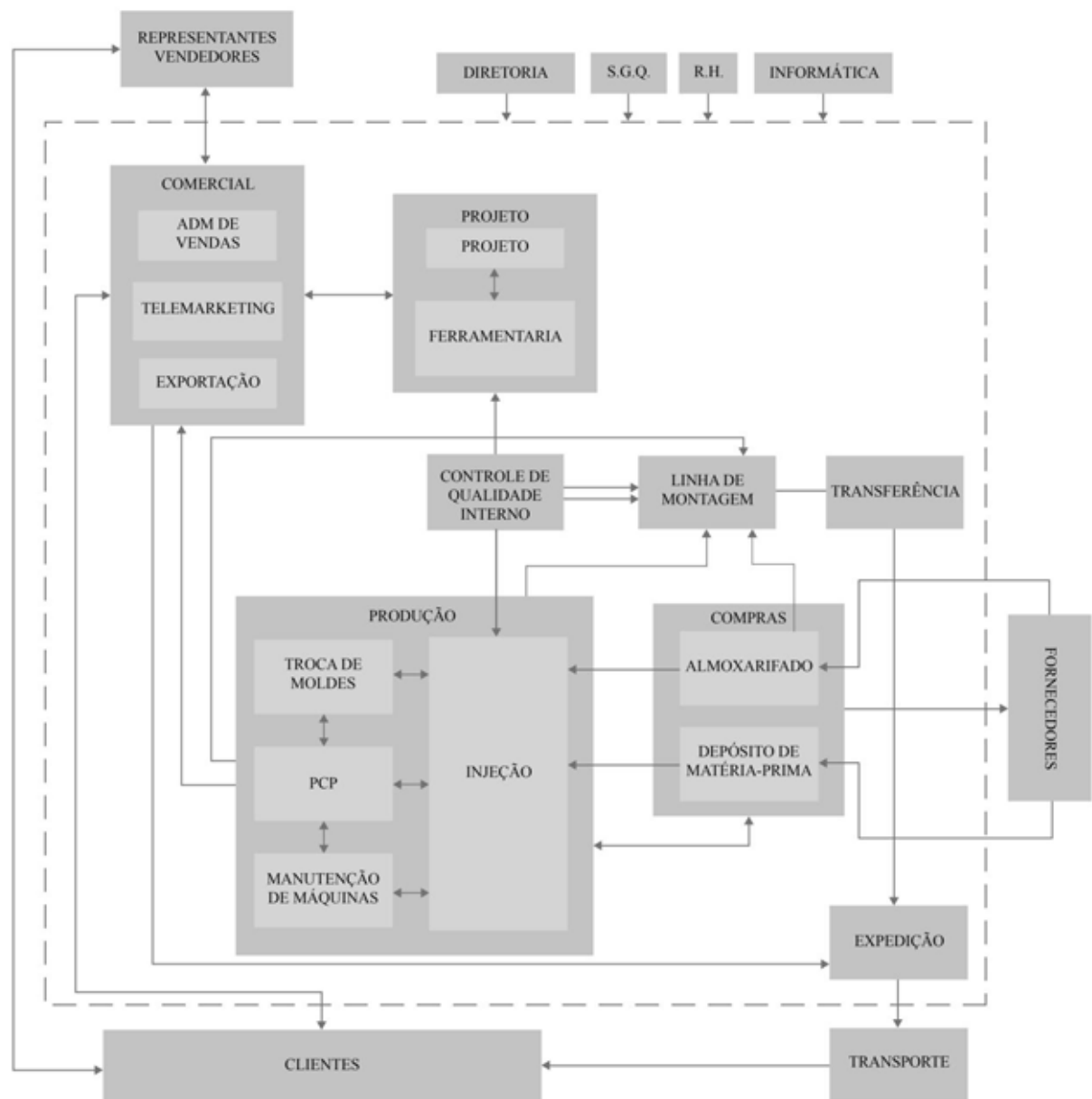


Figura 21: Macrofluxo do processo produtivo na Indústria Y.

Fonte: Adaptado de documentos da empresa.

aperfeiçoamento pelo Departamento de Projetos. Em caso de aprovação, o projeto do NP é encaminhado para a etapa seguinte, ou seja, para o processo de fabricação propriamente dito.

3ª etapa: O Departamento de Projetos envia à Ferramentaria o protótipo, juntamente com um esboço virtual do NP. Baseando-se nestes dados, a Ferramentaria dá início ao processo de usinagem dos moldes de aço em tornos CNC com o emprego de fluido de corte mineral, evitando assim o atrito entre a ferramenta de corte e a nova peça, além de resfriar e manter limpa a área de corte. Nesta operação combinam-se a rotação da peça

de aço com o movimento de avanço da ferramenta, como no modelo exibido pela Figura 22:

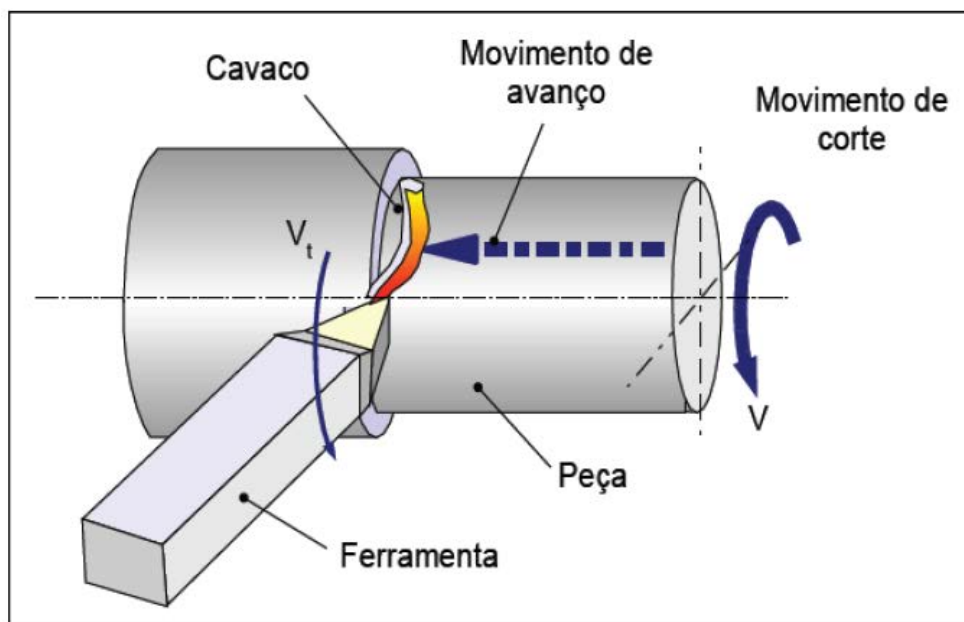


Figura 22: Cinemática do processo de usinagem.
Fonte: Stoeterau (2010).

O processo de usinagem é realizado por comandos numéricos computadorizados, tornando pré-programadas a trajetória da ferramenta de corte e a rotação da peça, conferindo ao processo maior precisão e uniformidade, quando comparado aos processos de usinagem convencionais. Em seguida, o operador retira manualmente possíveis imperfeições das peças e encaminha este molde para o CQI, responsável pela avaliação dos requisitos contidos no projeto do NP com as características do molde já pronto. Desta forma, são minimizadas as chances de retrabalhos e de desperdício de matérias primas decorrentes de falhas nas especificações dos moldes. Posteriormente, o molde é encaminhado para a seção de Troca de Moldes.

4ª etapa: Na seção de Troca de Moldes, o molde é codificado e armazenado, aguardando a ordem de produção que é disparada a partir do Departamento Comercial, responsável por processar os pedidos dos clientes. Quando a ordem de produção proveniente do Departamento Comercial chega ao PCP (Planejamento e Controle da Produção), o Gerente Industrial dispara duas ordens simultâneas: uma para a equipe do

setor de Troca de Moldes, responsável pela substituição do molde do produto anterior pelo molde do NP e outra para a equipe de Manutenção de Máquinas, responsável pelo processo de limpeza e lubrificação das injetoras.

5ª etapa: Enquanto acontecem a manutenção e a troca dos moldes, duas ordens simultâneas são disparadas pelo setor de Injeção: uma para o setor de Matérias Primas, que programa o envio do material termoplástico e dos aditivos (corantes e substâncias antigermes) para as injetoras e outra para o setor de Almoxarifado, responsável pela liberação de outros insumos de produção como os rótulos intraimagem e etiquetas. Ao término da manutenção, então, é dado início ao processo de moldagem plástica do NP.

6ª etapa: Ao receber o molde do NP e passar pela manutenção, as injetoras estão prontas para iniciar o processo denominado de moldagem plástica por injeção, conforme ilustrado no capítulo 4 deste trabalho. Neste processo, os grânulos do polímero mais os aditivos anteriormente programados são fundidos no cilindro da máquina a elevadas temperaturas e, em estado líquido, são injetados no molde pelo pistão. Ao ficarem prontos, os produtos se desprendem dos moldes e seguem automaticamente por esteiras rolantes até a seção denominada de Linha de Montagem.

7ª etapa: A Linha de Montagem recebe do setor de Almoxarifado outros insumos como caixas, etiquetas e rótulos. Desta forma, na Linha de Montagem os produtos são codificados e embalados, além de receber a análise final dos técnicos de qualidade. Estes são os responsáveis pelos testes finais das dimensões, resistência à força, tensão e pressão do NP, além da análise das características gerais de um exemplar dos lotes de cada um dos produtos em geral. Em caso de avaliação negativa, os produtos seguem para novos testes no CQI e, se necessário, para correções dos moldes na seção de Ferramentaria. Este procedimento é necessário para que produto atenda às especificações de qualidade contidas no escopo do projeto. Em caso de avaliação positiva, este produto é encaminhado ao setor de Transferência.

8ª etapa: No setor de Transferência, além de aguardar o transporte para o setor de expedição, os produtos são alocados em raques, tendo como base paletes de madeira. Estes raques recebem uma camada do denominado plástico-filme ou *Stretch* para sua proteção contra choques mecânicos ou da ação do tempo e da poeira.

9ª etapa: Ao chegar à expedição, os produtos aguardam a ordem para o embarque nos caminhões e para o seu transporte, tanto para o mercado nacional quanto para o mercado internacional.

Após o detalhamento das etapas do processo produtivo, anteriormente na Figura 20, apresentou-se a seguir o programa de gerenciamento de resíduos da Indústria Y e também, avaliação das etapas de interesse quanto ao aspecto da geração de resíduos.

O gerenciamento de resíduos na unidade de estudo

A Indústria Y não possui um departamento de Gestão Ambiental ou um departamento de gerenciamento de resíduos propriamente dito. Desta forma, a unidade possui um grupo multifuncional, composto por 8 membros que, entre outras funções, é responsável pelo programa de gerenciamento de resíduos na empresa. Os colaboradores pertencem às seguintes funções e departamentos:

- Departamento de processamento e controle da produção (PCP);
- Departamento de telemarketing;
- Departamento de limpeza e zeladoria;
- Departamento de auditoria interna;
- Departamento de qualidade e 5s;
- Equipe para segregação e armazenagem, composta por 3 colaboradores.

Apesar de ser composto pelos 8 membros acima citados, os únicos colaboradores que exercem exclusivamente a função de gerenciamento de resíduos são os 3 colaboradores responsáveis pelo armazenamento e segregação dos resíduos. Os outros membros dividem-se entre os respectivos cargos e funções de origem e o gerenciamento das atividades ambientais e de implantação do programa 5s.

O grupo multifuncional na Indústria Y também é o responsável pelo processo de licenciamento da empresa junto ao órgão de meio ambiente do Estado, a Companhia

Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB. Quanto ao gerenciamento de resíduos sólidos, a empresa informou que não possui um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) e nem um Inventário de Resíduos Sólidos. Apesar disso, mantém o registro dos resíduos que são vendidos ou transportados por empresas terceirizadas.

O grupo reúne-se semanalmente para avaliar os trabalhos em andamento e para discutir os dados a serem repassados para a diretoria, além de buscar a resolução de problemas e trabalhar na elaboração de planos de ação para a posterior análise e identificação das barreiras no trabalho.

A seguir, serão detalhadas as etapas geradoras dos resíduos de interesse e, também, a atuação do Programa de gerenciamento de resíduos.

Etapas geradoras de resíduos

Os resíduos gerados pelo processo produtivo na Indústria Y são controlados de duas formas distintas: a primeira trata dos resíduos denominados primários, ou seja, os resíduos provenientes do processo de moldagem plástica por injeção que resulta na produção de utilidades domésticas. A segunda trata dos resíduos denominados como secundários, ou seja, aqueles provenientes dos insumos utilizados no processo produtivo, tais como óleo hidráulico, papelão, etiquetas, entre outros.

Resíduos primários

Conforme o exposto no capítulo 4, o processo de moldagem plástica por injeção ocorre em máquinas denominadas injetoras. Estas possuem um cilindro, o qual, após o processo de injeção, origina como resíduo principal as chamadas resinas ou “borras” (Figura 23).

As resinas ou borras, após esfriarem, formam blocos de plástico maciços que passam por um processo de reciclagem interno (na própria unidade fabril) e são utilizadas novamente como matéria prima. Quando removidos das máquinas pela equipe de manutenção, os blocos de plástico são encaminhados aos moinhos, como observa-se no modelo abaixo (Figura 24).



Figura 23: Resinas ou “borras” para reciclagem.
Fonte: Obtido durante visita à planta.



Figura 24: Moinho para plásticos reaproveitáveis no processo⁶.

Após ser moído, o material termoplástico é acondicionado em embalagens e encaminhado para Área de extrusão. O processo de extrusão consiste em alimentar o funil da extrusora (Figura 25) com o material moído, o qual, por gravidade, cairá sobre uma rosca que o transportará dentro de um cilindro aquecido por resistências elétricas e

⁶ Disponível em: <<http://www.plastico.com.br/plastico/maquinas-e-equipamentos/perifericos-vitrine/5/>>.
Acesso em: 22 out. 2013.

resfriado pela água contida em uma banheira. O objetivo, ao final deste processo, é que o material seja granulado o suficiente a fim de ser novamente utilizado como matéria-prima nas injetoras (Figura 26).



Figura 25: Modelo genérico de uma extrusora⁷.

Por se tratarem de resíduos que fazem parte da cadeia produtiva da Indústria Y, o grupo multifuncional gerencia este processo em conjunto com a equipe do CQI.

Resíduos Secundários

Os resíduos secundários são aqueles oriundos da usinagem dos moldes, retrabalhos e retalhos de embalagens, etiquetas adesivas, entre outros. Por se tratar de resíduos que não podem ser reciclados internamente pela Indústria Y, estes resíduos são gerenciados pela equipe multifuncional, pois necessitam de cuidados diferenciados como segregação, acondicionamento e transporte já que alguns destes são resíduos classificados como perigosos, como por exemplo, o óleo de usinagem. Sendo assim, o

⁷ Disponível em: <http://sp.quebarato.com.br/sao-paulo/maquina-extrusora-recuperadora-de-plasticos-120mm__5DCB75.html>. Acesso em: 22 Out. 2013.

foco de avaliação nesta pesquisa foi centrado no processo de reciclagem interna dos resíduos primários e na identificação e manuseio dos resíduos secundários.

A seguir, são apresentados os fluxogramas qualitativos para os resíduos primários e secundários para a fabricação do novo produto (NP), de acordo com as três principais etapas geradoras: Torneamento de um novo molde através de um torno CNC



Figura 26: Matéria prima reciclada através do processo de moagem/extrusão.
Fonte: Cedida pela empresa estudada.

(Figura 27); moldagem plástica do NP (Figura 28) e embalagem final do NP (Figura 29).

Durante o processo de usinagem do molde do NP é gerado o cavaco de aço. O cavaco é o resultado da retirada do sobremetal da superfície que está sendo usinada por consequência do cisalhamento. Durante a usinagem, utiliza-se fluído de corte que auxilia neste processo através da lubrificação e refrigeração da zona de contato entre o molde e a ferramenta. Consequentemente, perde-se fluído embutido ao cavaco.

O óleo hidráulico tem por objetivo a transmissão de força e geração de torque às ferramentas, evitando o seu desgaste e garantindo o movimento contínuo e sem

recuo. Tal material possui um tempo de vida longo, sendo apenas substituído em caso de contaminação ou oxidação.

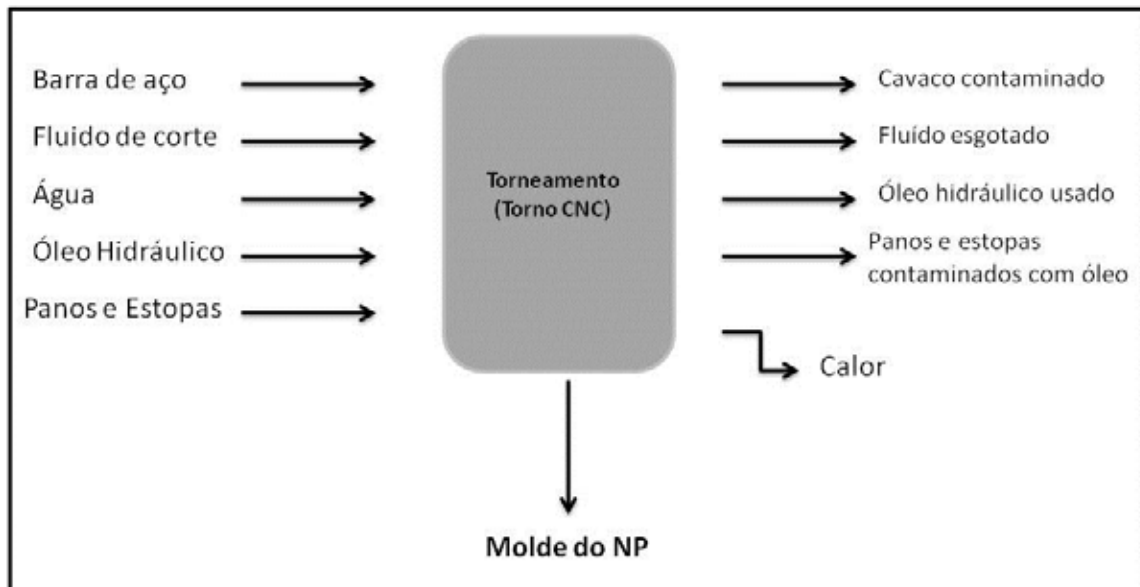


Figura 27: Fluxograma qualitativo da etapa de torneamento do molde.
Fonte: Autoria própria.

Os panos e estopas contaminados possuem a finalidade de limpar as superfícies, moldes ou as mãos dos colaboradores quando contaminadas por fluido de corte ou óleo hidráulico, mediante o vazamento ou também pelo manuseio do molde. Tanto os panos quanto as estopas merecem atenção especial, pois, quando descartados, na maioria das vezes estão embebidos por materiais e solventes contaminados.

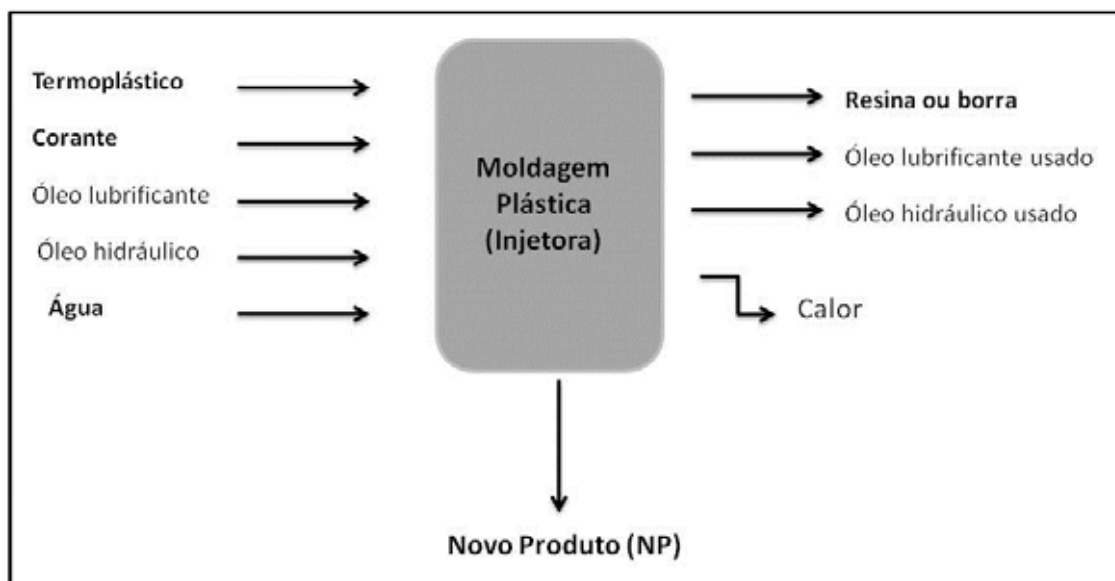


Figura 28: Fluxograma qualitativo da etapa de moldagem plástica do NP.
Fonte: Autoria própria.

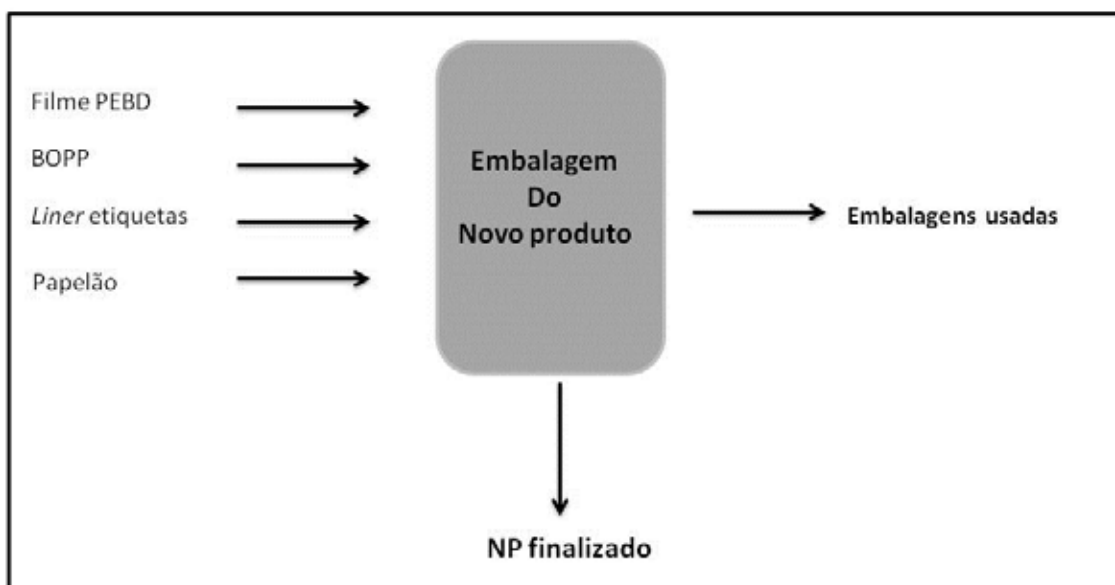


Figura 29: Fluxograma qualitativo da etapa de embalagem do NP.
Fonte: Autoria própria.

O PEBD (Polietileno de Baixa Densidade) é um material plástico utilizado na forma de filme, com a finalidade de proteger os raques e gaiolas de produtos acabados. Este material é removido e rasgado antes do transporte final até o consumidor, gerando perda considerável do mesmo.

O BOPP (Polipropileno biorientado) é utilizado como embalagem dos produtos negociado com o maior cliente da empresa, atendendo às exigências do processo do CQI.

O papel siliconado – *liner* de etiqueta – é proveniente da etiquetagem de produtos acabados, com o objetivo de codificar estes produtos na principal linha de montagem da empresa, responsável pelo abastecimento do mercado interno.

E por último, o papelão, utilizado com a finalidade de embalagem final tanto para transporte, como para armazenamento e proteção das mercadorias que serão distribuídas aos centros consumidores.

Gerenciamento dos resíduos secundários

Os resíduos que não podem ser eliminados ou reaproveitados no processo produtivo na Indústria Y (denominados secundários) são manuseados com o objetivo de não causar o comprometimento da saúde dos colaboradores ou danos ao meio ambiente. Este processo envolve as etapas de segregação, acondicionamento, armazenagem (realizadas internamente), coleta, transporte e, em alguns casos, o tratamento (realizados por empresas terceirizadas).

Os resíduos secundários gerados no processo de produção de utilidades domésticas são: cavaco com fluido de corte, fluido de corte e usinagem esgotado, óleo hidráulico usado, óleo lubrificante usado, panos de limpeza e estopas contaminados com óleo, filme de PEBD usado, embalagens de BOPP, *liner* de etiquetas adesivas e papelão.

Para a caracterização e classificação dos resíduos, consultou-se a norma ABNT NBR 10.004/2004. O resultado encontrado é apresentado no Quadro 9.

Quadro 9 – Classificação dos resíduos de acordo com a NBR 10.004/2004.

Resíduo gerado	Classe	Consta no Anexo	Código de identificação	Característica
Fluido de corte e usinagem	I	A	F330	Tóxico
Óleo hidráulico usado	I	A	F130	Tóxico
Óleo lubrificante usado	I	H	F230	Tóxico
Cavaco com fluido de corte	I	-	-	Tóxico
Panos e estopas com óleo	I	-	-	Tóxico
Filme de PEBD	II	-	-	Não perigoso
Embalagens de BOPP	II	-	-	Não perigoso
Liner de etiquetas adesivas	II	-	-	Não perigoso
Papelão	II	-	-	Não perigoso

De acordo com suas características, o fluido de corte e usinagem, o óleo hidráulico e o óleo lubrificante foram classificados como resíduos perigosos, apresentando componentes tóxicos que os tornam passíveis de causar dano ao meio ambiente e também à saúde pública, caso não recebam o tratamento correto. O cavaco, além dos panos e estopas foram classificados como Classe I, pois, estão contaminados com resíduos classificados como perigosos. Já os resíduos classificados como Classe II, não apresentam índice de toxicidade e, de acordo com a norma, devem ser classificados como não perigosos.

A partir da identificação dos resíduos gerados partiu-se para a sua quantificação. Com base no método de P+L, os materiais foram quantificados, utilizando-se como base de cálculo os valores quantitativos de resíduos primários e secundário gerados, resultando num fluxograma quantitativo das entradas e saídas para a produção anual do NP (Figura 30).

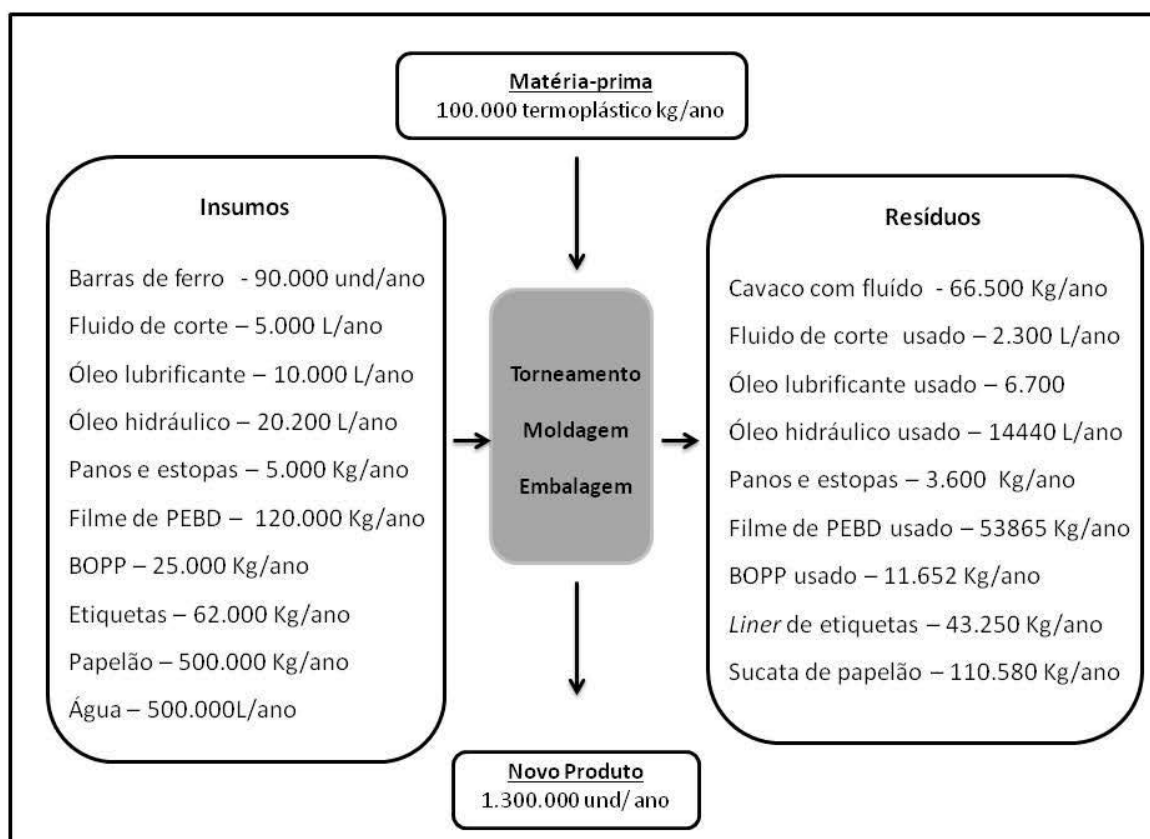


Figura 30: Fluxograma quantitativo do processo de fabricação do NP.
Fonte: Autoria própria.

Foram consideradas para quantificação as informações prestadas pela empresa, que realiza a medição no ato em que os materiais são vendidos ou descartados, via empresas terceirizadas. A seguir, com base nas informações coletadas, apresentam-se os valores em massa de resíduos primários e secundários e sua porcentagem em relação à geração total de resíduos (Tabela 1) para a produção do Novo Produto (NP).

Tabela 1– Porcentagem dos resíduos gerados.

Resíduo	Quantidade (Kg/ano)	Porcentagem (%)
Papelão	110.580	35
Cavaco contaminado	66.500	21
PEBD Filme	53.865	17
<i>Liner</i> de etiqueta	43.250	14
Óleo Hidráulico	14.440	5
BOPP	11.652	4
Óleo lubrificante	6.700	2
Panos e estopas	3.600	1
Fluido de corte	2.300	1
TOTAL	309.287	100%

Conforme a Tabela 1, o papelão é o resíduo gerado em maior quantidade na empresa (36%). Em seguida, o cavaco contaminado com óleo representa o segundo resíduo gerado em maior quantidade (21%), seguido do PEBD Filme (17%), *Liner* de etiqueta (14%), óleo hidráulico (5%), embalagens de BOPP usadas (4%), óleo lubrificante (2%) e por último, o fluido de corte (1%).

A seguir, são apresentadas imagens referentes ao manuseio de cada um destes resíduos, considerando a sua forma de armazenamento e acondicionamento intermediário pela equipe interna, até a retirada por empresas terceirizadas.

Papelão e liner

Todo o papelão e o *liner* gerados do acabamento das linhas de montagem são alocados provisoriamente em raques e gaiolas (Figuras 31 e 32) para que, posteriormente, sejam enfardados com a utilização de prensas hidráulicas. Ambos são armazenados como fardos (Figura 33) para a retirada por empresas terceirizadas.

Cavaco de aço e fluido de corte

O cavaco de aço contaminado, proveniente da usinagem dos moldes com a utilização de fluido de corte mineral, é armazenado provisoriamente em compartimentos (Figura 34) que retêm o fluido de corte, já esgotado em bandejas no ato do processo de usinagem (Figura 35). Ao término do processo, o cavaco de aço é transportado até uma caçamba (Figura 36) e o fluido de corte esgotado são armazenados em tambores (Figura 37), ambos prontos para a sua retirada via empresas terceirizadas.



Figura 31: Armazenagem parcial do papelão.
Fonte: Coleta de dados na empresa estudada.



Figura 32: Armazenagem parcial do *liner*.
Fonte: Coleta de dados na empresa estudada.



Figura 33: Aparas de papelão e *liner* prontos para a venda.
Fonte: Coleta de dados na empresa estudada.



Figura 34: Armazenagem parcial do cavaco de aço contaminado.
Fonte: Coleta de dados na empresa estudada.



Figura 35: Bandeja de retenção do fluido de corte esgotado.
Fonte: Coleta de dados na empresa estudada.



Figura 36: Armazenagem final do cavaco de aço contaminado.
Fonte: Coleta de dados na empresa estudada.



Figura 37: Armazenagem final do fluido de corte.

Fonte: Coleta de dados na empresa estudada.

Filme de PEBD e BOPP

Os materiais denominados filme de PEBD e BOPP provenientes das linhas de montagem, são recolhidos em raques e gaiolas (Figuras 38 e 39) e encaminhados para a área de segregação e armazenagem, prontos para sua venda e retirada via empresas terceirizadas.



Figura 38: Filme de PEBD armazenado parcialmente em raques.

Fonte: Coleta de dados na empresa estudada.



Figura 39: Armazenagem parcial de embalagens de BOPP em raques.
Fonte: Coleta de dados na empresa estudada.

Óleo hidráulico e lubrificante

Todo o óleo hidráulico e lubrificante é encaminhado para a mesma área após sua utilização nas injetoras e tornos, sendo armazenados em tambores em uma área de contenção (Figura 40), de onde são retirados por empresas terceirizadas, por um processo de sucção.



Figura 40: Armazenagem parcial de óleo hidráulico e lubrificante.
Fonte: Coleta de dados na empresa estudada.

Panos e estopas

E por último, as estopas e panos contaminados provenientes do processo de usinagem e polimento dos moldes de aço, são armazenados parcialmente em lixeiras contendo sacos plásticos (Figura 41) e, posteriormente, em caçambas (Figura 42) com o propósito de conter os fluidos contaminados a serem retirados pela empresa responsável.



Figura 41: Armazenagem parcial de estopas e panos contaminados.
Fonte: Coleta de dados na empresa estudada.



Figura 42: Armazenagem final de estopas contaminadas.
Fonte: Coleta de dados na empresa estudada.

Como mencionado anteriormente, todo o processo interno de segregação e armazenagem dos materiais é realizado por uma equipe de 3 (três) colaboradores que compõem o Time multifuncional.

Vale ressaltar também que todos os resíduos secundários são retirados das dependências da indústria por empresas terceirizadas, porém, entre os materiais que possuem valor de mercado e que são vendidos, podem ser citados os fardos de papelão, o filme de PEBD usado, o BOPP, o cavaco de aço e os óleos hidráulico e de

lubrificação. Já os resíduos de fluido de corte e as estopas contaminadas não possuem valor para venda, pois, possuem altos índices de toxicidade e assim, necessitam de investimentos para o seu tratamento e disposição final.

O *liner* de etiqueta, apesar de ser classificado como papel, passa por um processo de reciclagem especial, pois, possui uma camada de silicone que, quando virgem, serve para aderir a etiqueta à “fita-mãe”, conferindo adesão entre a fita e a etiqueta adesiva. Desta forma, há um acordo de logística reversa entre a empresa geradora e a coletora, não gerando custos para nenhuma das partes.

O quadro 10 apresenta um resumo da forma de manuseio dos resíduos gerados para a produção do Novo Produto (NP), desde sua classificação até sua disposição final pela empresa terceirizada.

Quadro 10 - Manuseio e gerenciamento dos resíduos.

Resíduo	Classe	Acondicionamento	Armazenagem	Retirada	Disposição final
Papelão	II	Raques e gaiolas	Área de armazenagem, sob a forma de fardos	Empresa terceirizada	Reciclagem
Óleo hidráulico	I	Tambor de metal	Área de contenção a céu aberto	Empresa terceirizada	Rerrefino
Cavaco de aço	I	Caçamba intermediária	Caçamba de aço a céu aberto	Empresa terceirizada	Fundição
Filme de PEBD	II	Raques e gaiolas	Em baias na área de armazenagem	Empresa terceirizada	Reciclagem
Liner de etiqueta	II	Raques e gaiolas	Área de armazenagem, sob a forma de fardos	Empresa terceirizada	Reciclagem
BOPP	II	Raques e gaiolas	Em baias na área de armazenagem	Empresa terceirizada	Reciclagem
Óleo lubrificante	I	Tambor de metal	Área de contenção a céu aberto	Empresa terceirizada	Rerrefino
Panos e estopas	I	Lixeiras de plástico	Caçamba de contenção na área de armazenagem	Empresa terceirizada	Tratamento e/ou incineração
Fluido de corte	I	Bandejas de contenção	Tambor de metal	Empresa terceirizada	Rerrefino

8 PROPOSTAS DE MELHORIAS NO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS

A partir do diagnóstico referente ao gerenciamento dos resíduos sólidos gerados na produção do NP, nesta seção busca-se propor melhorias nas práticas da Indústria Y, de acordo com a pesquisa bibliográfica realizada e as normas vigentes referentes ao manuseio de resíduos. Avalia-se também o programa de gerenciamento de resíduos da unidade de estudo, levando-se em conta os conceitos de Produção mais Limpa abordados no Capítulo 3 desta dissertação, traçando-se assim um paralelo entre estes e as práticas desenvolvidas na empresa.

Elaboração do Plano de gerenciamento de Resíduos Sólidos

De acordo com a Lei n.º 12.305/2010, referente à Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), o gerador de resíduos é o responsável pelos possíveis impactos que porventura sejam causados pelo gerenciamento inadequado dos mesmos. Assim, o primeiro aspecto observado na empresa pesquisada foi a necessidade da elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS), que possui finalidade de evitar riscos à saúde humana e ao meio ambiente, auxiliando também na minimização do desperdício de matéria-prima, insumos e energia.

Por se tratar de uma empresa de médio-grande porte, que possui a Certificação de Qualidade, acredita-se que o processo de padronização, documentação e controle operacional dos resíduos sólidos gerados no processo produtivo se configure como uma medida para a manutenção da certificação, uma vez que o PGRS deve ser parte integrante do processo de licenciamento ambiental, exigido também por empresas certificadoras.

De acordo com a Lei nº 12.305/2010, um PGRS deve conter no mínimo:

- Descrição do empreendimento ou atividade;

- Diagnóstico dos resíduos gerados ou administrados, contendo a origem, o volume e a caracterização dos resíduos, incluindo os passivos ambientais a eles relacionados;
- Responsáveis por cada etapa do gerenciamento de resíduos sólidos;
- Procedimentos operacionais relativos às etapas do gerenciamento;
- Soluções compartilhadas ou consorciadas com outros geradores;
- Plano de ações preventivas e corretivas a serem executadas em situações de emergência (realização de treinamento periódico para os funcionários);
- Procedimentos relacionados à minimização da geração de resíduos sólidos e à reutilização e reciclagem;
- Medidas saneadoras de passivos ambientais;
- Periodicidade de sua revisão.

A partir do diagnóstico do resíduos sólidos realizado nesta pesquisa, sugere-se a elaboração de um fluxograma de gerenciamento de resíduos para a empresa estudada, padronizando-se o modelo (Apêndice C) para o correto acondicionamento, armazenagem, transporte, destinação final, além de ações preventivas e reativas em caso de acidentes.

Para que as etapas de gerenciamento sejam padronizadas, propõem-se à partir de Santos (2005) e Naime (2005), que os seguintes procedimentos sejam incluídos ao PGRS da empresa estudada:

- Objetivos e metas: os objetivos devem atender às particularidades no gerenciamento de cada resíduo, enquanto as metas apresentam os números a serem alcançados e os prazos. Recomenda-se que a empresa estabeleça objetivos e metas tangíveis, de forma que sua implementação leve a uma minimização dos impactos significativos causados pela geração de resíduos e atendendo aos requisitos legais. Na empresa estudada, notou-se a ausência do estabelecimento de metas e objetivos para as atividades de gerenciamento de resíduos.
- Requisitos legais: a empresa deve manter atualizada toda a documentação exigida pelos órgãos competentes e também incluí-las no PGRS, visando um monitoramento mais eficiente do cumprimento de regulamentos, normas,

portarias e licenças. Notou-se que na empresa estudada não ocorre o monitoramento preciso das obrigações legais, principalmente no que diz respeito ao gerenciamento de resíduos sólidos, verificando-se na etapa de coleta de dados deste trabalho que a maioria dos documentos encontrava-se vencida ou irregular.

- Registro dos procedimentos: O registro de todos os procedimentos e atividades envolvidos no gerenciamento dos resíduos tem o objetivo de coibir situações nas quais sua ausência levaria a um desvio com relação ao alcance dos objetivos, metas e políticas internas. Deve-se salientar que o registro das atividades não visa burocratizar o trabalho, mas sim fornecer um *feedback* que auxilie no gerenciamento adequado e implementação de melhorias permanentes. Durante a etapa de coleta de dados desta pesquisa, pode-se perceber que a Indústria Y não possui um registro dos procedimentos relacionados ao gerenciamento de seus resíduos, sendo que a tomada de decisões ocorre de acordo com a necessidade cotidiana sugerida em cada uma das atividades.
- Protocolo de auditorias: As auditorias são processos sistemáticos de verificação e avaliação que determinam se os aspectos ambientais significativos das atividades desenvolvidas encontram-se em conformidade com os requisitos legais. Propõe-se para a empresa estudada que sejam utilizados protocolos específicos para a realização de auditorias, não avaliando apenas para as práticas internas, mas também, os serviços prestados por terceiros nas atividades constantes no PGRS.
- Indicadores: Com a finalidade de monitorar o desempenho do PGRS, os indicadores também devem ser devidamente registrados, para permitir a comparação dos mesmos em diferentes períodos. Para aplicação na empresa pesquisada, sugerem-se os indicadores apresentados no Capítulo 3 desta pesquisa. Através do levantamento de dados na Indústria Y, a Tabela 2 apresenta os possíveis indicadores para inclusão no PGRS proposto.

Deve-se notar que de maneira semelhante ao programa de P+L, o PGRS deve contar com um monitoramento para a avaliação de seu desempenho através dos indicadores. Além disso, o PGRS pode ser utilizado como um acessório na implantação e manutenção do programa de P+L.

Tabela 2 - Indicadores de gerenciamento dos resíduos gerados.

Indicador	Quantidade	Unidade
Total de resíduos gerados	309.287	Kg/ano
Papelão	35,0	%
Cavaco contaminado	21,0	%
PEBD Filme	17,0	%
Liner de etiqueta	14,0	%
Óleo Hidráulico	5,0	%
BOPP	4,0	%
Óleo lubrificante	2,0	%
Panos e estopas	1,0	%
Fluido de corte	1,0	%
Resíduos Classe I	30,0	%
Resíduos Classe II	70,0	%
Resíduo vendido sob a forma de apara	70,0	%
Resíduo metálico contaminado vendido para fundição	21,0	%
Resíduos perigosos encaminhados para tratamento	2,0	%
Receita média obtida com a venda de sucatas	140.000	R\$/ano
Custo médio anual para o tratamento*	12.000	R\$/ano

* Para resíduos Classe I que exigem tratamento por terceiros

Manuseio dos resíduos na unidade

A partir da verificação da norma NBR 12.235 (ABNT, 1992), foram identificadas as oportunidades de melhorias e algumas irregularidades de manuseio como transporte e armazenamento dos resíduos Classe I.

Armazenamento de resíduos: Contenção temporária de resíduos, em área autorizada pelo órgão de controle ambiental, à espera de reciclagem, recuperação, tratamento ou disposição final adequada, desde que atenda às condições básicas de segurança (ABNT, 1992, p. 2).

Em relação ao cavaco de aço, verificaram-se problemas nas etapas de transporte interno, acondicionamento e armazenamento. Durante o seu transporte da seção de Ferramentaria até a área de acondicionamento e armazenagem, notou-se que há constantemente o derramamento do material em locais de elevado fluxo de pessoas, além do dano causado em alguns veículos localizados no pátio da empresa.

Estes problemas são causados devido ao seu acondicionamento indevido em mini-caçambas abertas, fato que facilita o seu derramamento no momento do transporte.

Como já demonstrado na Figura 36 deste trabalho, o cavaco de aço contaminado é armazenado em uma caçamba de 30m³ de capacidade a céu aberto e sem uma bandeja ou calha de contenção, permitindo assim que a água das chuvas lave o fluido de corte incorporado ao material, percolando até o lençol freático.

Este problema é comum também ao óleo hidráulico e ao fluido de corte já que ambos são armazenados em tambores metálicos, porém, a área destinada ao armazenamento não é adequada aos os padrões estabelecidos pela NBR 12.235(ABNT, 1992) como a seguir:

Os contêineres e/ou tambores devem ser armazenados, preferencialmente, em áreas cobertas, bem ventiladas, e os recipientes são colocados sobre base de concreto ou outro material que impeça a lixiviação e percolação de substâncias para o solo e águas subterrâneas. A área deve possuir ainda um sistema de drenagem e captação de líquidos contaminados para que sejam posteriormente tratados. Os contêineres e/ou tambores devem ser devidamente rotulados de modo a possibilitar uma rápida identificação dos resíduos armazenados. A disposição dos recipientes na área de armazenamento deve seguir as recomendações para a segregação de resíduos de forma a prevenir reações violentas por ocasião de vazamentos ou, ainda, que substâncias corrosivas possam atingir recipientes íntegros. Em alguns casos é necessário o revestimento dos recipientes de forma a torná-los mais resistentes ao ataque dos resíduos armazenados (ABNT, 1992, p. 2).

Seguindo este perfil de análise, os panos e estopas contaminados com óleo também ficam armazenados em contêineres, porém, em local onde é recorrente a lixiviação e percolação após a ocorrência de chuvas.

Desta forma, fica claro que o armazenamento de todos os resíduos Classe I é feita de maneira incorreta já que não segue o padrão exigido pela norma NBR 12.235 exigida para o armazenamento de resíduos perigosos. Além de constarem nesta pesquisa, essas irregularidades também foram apresentadas aos 3 representantes da direção entrevistados durante a fase de levantamento de dados desta pesquisa, os quais demonstraram interesse em elaborar a construção de um local para o armazenamento de resíduos dentro das normas.

Assim, baseando-se na NBR 12.235 (ABNT, 1992), algumas recomendações devem ser citadas em relação ao local de armazenamento:

- listar os parâmetros que são analisados para cada resíduo, justificando-se cada um;

- os métodos de amostragem utilizados;
- os métodos de análise e ensaios a serem utilizados;
- a frequência de análise;
- as características de reatividade, inflamabilidade, corrosividade dos resíduos, bem como as propriedades que os caracterizam como tais;
- a incompatibilidade com outros resíduos.

Deve-se mencionar também que o local que irá abrigar tal instalação deve possuir critérios de isolamento, sinalização e localização, todos padronizados de acordo com a norma NBR 12235.

O transporte e destinação dos resíduos são realizados por terceiros. Apesar da importância de que a indústria trabalhe apenas com empresas licenciadas pelos órgãos ambientais, notou-se que ocorre com frequência a venda de algumas embalagens metálicas na forma de sucata, contendo ainda alguma espécie de resíduos oleosos ou solventes que porventura serão descartados em local inapropriado.

O próximo item possui finalidade de avaliar o programa de gerenciamento de resíduos da unidade de estudo, com base em todas as informações coletadas nas etapas anteriores, levando-se em conta os conceitos de Produção mais Limpa abordados no Capítulo 3 desta dissertação, traçando um paralelo com as práticas desenvolvidas na empresa.

Aplicação dos conceitos de P+L

A presente seção procura traçar um paralelo entre os conceitos de P+L estudados na revisão bibliográfica e a sua interação com as práticas observadas na Indústria Y através de seu programa de gerenciamento de resíduos.

Comprometimento da direção da empresa

De acordo com as informações coletadas no Capítulo 8 deste estudo, nota-se o comprometimento parcial e limitado da direção da empresa com o programa de gerenciamento de resíduos, uma vez que não foi estabelecida uma Declaração de

Intenções ou qualquer outro tipo de documento que demonstre o envolvimento da direção, sendo esta uma etapa considerada necessária para a motivação do corpo de colaboradores.

Sensibilização dos funcionários

A unidade conta com uma equipe de RH responsável pela comunicação interna, porém, como notou-se que não há o apoio claro da direção da empresa incentivando o programa, o processo de comunicação interna fica limitado à quadros de avisos, sendo ausente uma campanha de maior alcance que envolva todos os colaboradores, inclusive aqueles que atuam na produção.

Definição de uma equipe

Há uma equipe (Time multifuncional) estabelecida na unidade, porém, não houve a definição de uma política ambiental, oficializando e divulgando o programa. Contudo, a equipe atua nas atividades de desenvolvimento e implantação das medidas de melhorias, como será comentado adiante.

Também deve-se ressaltar que os membros que compõem o Time Multifuncional, por variadas vezes durante a coleta de dados para a elaboração deste estudo, passaram por um acúmulo de tarefas e funções, indicando que o número de integrantes do mesmo necessita ser revisto.

Prioridades, objetivos e metas

Segundo a constatação realizada em entrevista com os membros do Time multifuncional, não há um plano de prioridades e metas estabelecido, já que não há uma integração das metas do Time com a direção da empresa, fazendo com que o programa, muitas vezes, ocupe um “segundo plano” em detrimento das atividades de produção e de vendas.

De acordo com Guimarães (1995), este é um problema recorrente na maioria das empresas devido ao esgotamento do atual modelo de desenvolvimento pautado no sistema capitalista, o qual insere as empresas na busca pelo aumento da produção

visando ao lucro máximo, operando assim com um número reduzido de funcionários e exaurindo os recursos naturais, causando danos socioambientais.

A falta de clareza ocorre também com o *Cronograma de atividades*, ou seja, não há uma definição clara, nem prazos a serem cumpridos pelo programa.

Treinamento e Comunicação

Como já mencionado, há deficiência no que diz respeito à disseminação de informações na empresa. Assim, também se constatou que não há um plano de treinamento e comunicação que se adapte às práticas já existentes. Consequentemente, não há um acompanhamento por parte dos colaboradores e nem a divulgação do desenvolvimento do programa de gerenciamento desenvolvido pelo Time.

Análise de potenciais barreiras

Diante das mais variadas dificuldades elencadas pelo Time multifuncional, foram coletados dados referentes às barreiras encontradas para a execução e no desenvolvimento das atividades do programa. Tais barreiras são apresentadas no quadro a seguir, baseando-se no Manual de Produção mais Limpa da CNTL, presente no Capítulo 3 deste trabalho.

Quadro 11- Barreiras no desenvolvimento das atividades do programa.

Barreiras	Descrição
Organizacionais	- Não envolvimento dos colaboradores nas atividades de gestão ambiental; - Falta de envolvimento da direção nas tomadas de decisão do programa; - Ênfase excessiva na quantidade de produção em detrimento da minimização da problemática ambiental; - Falta de motivação dos colaboradores devido à falta de reconhecimento, inibindo a sua proatividade.
Sistêmicas	- Falta de documentação das atividades já realizadas; - Falta de treinamento dificulta a inclusão dos colaboradores em novas atividades; - Não há inclusão das atividades ambientais no planejamento estratégico.
Técnicas	- Infraestrutura deficiente para a execução das atividades, mesmo aquelas já consolidadas; - Acesso limitado às novas técnicas de minimização de resíduos em outras indústrias; - Mão de obra insuficiente ou com baixo nível técnico para atuar na minimização de resíduos; - Ênfase no fim-de-tubo.
Econômicas	- Indisponibilidade de fundos para as atividades de gestão ambiental; - Exclusão dos custos ambientais do planejamento estratégico; - Planejamento inadequado visando medidas de minimização; - Alto custo da terceirização do tratamento e disposição final dos resíduos.
Cultura organizacional	- Ausência de estudos de melhores práticas operacionais; - Resistência à mudança; - Falta de supervisão e liderança; - Não há incentivos à mudança de transição de reatividade para a proatividade ambiental.
Governamentais	- Falta de incentivos para a minimização de resíduos e políticas de Produção mais Limpa, tanto a nível Federal, como Estadual e Municipal;
Variadas	- Falta de pressão pública visando o aperfeiçoamento das atividades ambientais da empresa; - Falta de pressão de fornecedores e clientes. - Encontrar no mercado empresas legalizadas para o tratamento e disposição final dos resíduos e emissões.

Fonte: Adaptado de CNTL (2003 c).

Levantamento de dados

O levantamento de dados por parte do Time multifuncional se faz incompleto, uma vez que também há barreiras comunicacionais entre os setores, principalmente no que diz respeito a informações técnicas.

Foi constatado também que não há a inclusão das perdas no planejamento de produção, sendo que os fluxogramas quantitativos e qualitativos (Capítulo 8) foram elaborados pelo autor desta pesquisa, baseado nos dados coletados no estudo de caso.

Por conseguinte, também não são elaborados os passos posteriores de *definição de prioridades, indicadores de desempenho ou balanços de massa e energia*, descritos na revisão bibliográfica presente no Capítulo 3 deste trabalho.

Identificação das causas de geração de resíduos

São muitos os fatores envolvidos na geração resíduos na Indústria Y. Notou-se, durante a etapa de levantamento detalhado dos dados que há o pleno entendimento por parte da equipe de colaboradores sobre os motivos que levam à geração de resíduos, porém, não se utilizam as medidas técnicas adequadas para combatê-la na fonte, minimizando os resíduos do processo.

Análise de Viabilidade

Assim como vem se repetindo nas etapas anteriores, não há por parte do Time multifuncional um profissional que execute um estudo de viabilidade, tanto técnica, como econômica e ambiental. Assim, percebe-se uma dificuldade no âmbito de emprego de medidas estratégicas que satisfaçam o gerenciamento de resíduos em uma empresa de grande porte.

Monitoramento do programa

De acordo com dados inerentes às atividades do Time multifuncional, o monitoramento das atividades já existente é realizado de maneira superficial, acompanhando somente o fluxo de saída dos materiais que são vendidos para as empresas terceirizadas e, também, se as mesmas encontram-se legalmente qualificadas junto aos órgãos competentes para desempenhar tais atividades, porém, a execução deste procedimento mostra-se falha, dadas as avaliações realizadas na seção Manuseio dos Resíduos desta pesquisa.

Um resumo da integração das etapas de P+L e das práticas adotadas na Indústria Y são apresentados no Quadro 12.

Quadro 12 - Comparação entre o método P+L com as práticas da empresa.

Método de P+L	Práticas adotadas na empresa
Comprometimento da direção	Ausente
Sensibilização dos funcionários	Parcial
Definição da equipe	Presente
Prioridades, objetivos e metas	Ausente
Cronograma de atividades	Ausente
Treinamento e comunicação	Ausente
Análise de potenciais barreiras	Parcial
Levantamento de dados	Ausente
Indicadores de desempenho	Ausente
Balancos de massa e energia	Presente com restrições
Identificação das causas	Ausente
Análise de viabilidade	Ausente
Monitoramento do programa	Presente

Fonte: Autoria própria.

Em geral, a integração do método de Produção mais Limpa com as práticas observadas na empresa demonstra que o programa de gerenciamento de resíduos existente na unidade possui semelhante ao método de P+L, apenas o Time funcional (definição da equipe), a análise parcial das barreiras e a sensibilização dos funcionários, e os balanços de massa e energia com restrições, quanto ao total de informações.

Portanto, o programa necessita de ajustes que podem ser realizados através da implementação das técnicas de P+L, não apenas a nível operacional, mas também a nível estratégico.

Oportunidades de produção mais limpa

As oportunidades de produção mais limpa foram propostas para cada resíduo, a partir daquele que é gerado em maior quantidade, priorizando as ações de redução na fonte e minimização.

Papelão

Verificou-se a partir do levantamento da quantidade de papelão utilizado na empresa para o processo de embalagem do NP e da quantidade de aparas de papelão vendidas, que 7% (5052 Kg) é descartado mensalmente do processo (Gráfico 1), por

utilização inadequada, ação do tempo ou pela falta de planejamento e controle de estoques, como já mencionado no Capítulo 8 deste trabalho.

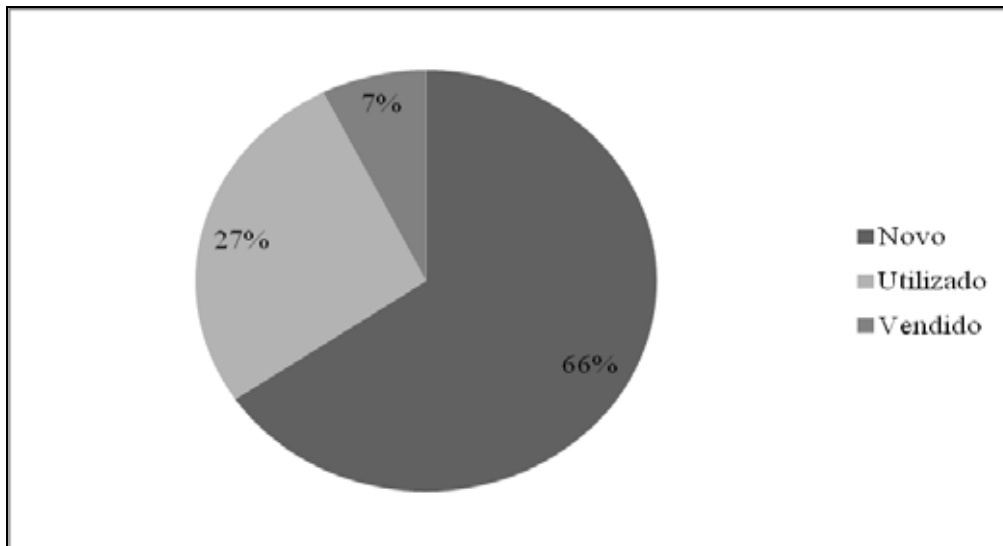


Gráfico 1 – Distribuição da utilização do papelão.

Do valor total de papelão comprado mensalmente na forma de chapas, 66% (45.000 Kg) ficam estocados, sendo passível também de danificação por ação do tempo ou em consequência de possíveis falhas das estruturas de armazenagem, como existência de goteiras e vazamentos. Constatou-se que apenas 27% (18.630 Kg) deste material é utilizado no processo de embalagem do NP.

A Indústria Y não utiliza qualquer tipo de medida para a minimização da geração da sucata de papelão. Para reduzir essa quantidade seriam necessárias alterações operacionais do processo de embalagem do NP nas linhas de montagem, incluindo o treinamento dos colaboradores responsáveis por tal processo, instruindo-os de como utilizar corretamente o material de maneira que sejam obtidos maiores índices de aproveitamento.

Cavaco de aço e Fluido de corte

Pela hierarquia proposta para resíduos gerados em maior quantidade, o próximo item para o qual seriam propostas as medidas de produção mais limpa seria o cavaco de aço, porém, o material é um produto do processo de usinagem dos moldes

para a fabricação do NP e, portanto, a análise das oportunidades para este material está intimamente ligada ao fluído de corte, devido à sua periculosidade.

O fluído de corte utilizado na usinagem do NP é do tipo solúvel em água. De acordo com El Baradie (1996), esses fluídos têm melhor desempenho no resfriamento dos componentes, minimizando distorções térmicas. Esses tipos de fluidos são formados pela mistura de água e óleos, ou sais orgânicos e inorgânicos como enxofre, cloro e fósforo e, por esta razão, não podem ser descartados de maneira convencional em redes de esgoto.

Segundo El Baradie (1996), os óleos solúveis combinam as propriedades de lubrificação e anti-corrosão dos óleos com a excelente característica refrigerante da água. As vantagens em relação aos óleos de corte incluem a melhor extração de calor da interface peça/ferramenta, melhor limpeza da superfície de trabalho, economia resultante da diluição em água, e condições de trabalho mais saudáveis e seguras. Já a desvantagem reside em apresentar menor poder de lubrificação, não diminuindo de forma eficiente o atrito entre peça e ferramenta.

Constatou-se na Indústria Y que um grande problema relacionado às emulsões está relacionado à estabilidade biológica, pelo fato de que os agentes emulgadores transformam-se em fonte de alimento para bactérias aeróbias e anaeróbias, as quais quando presentes em grande quantidade degradam o fluido, destruindo suas propriedades de refrigeração e lubrificação, tornando-o inutilizável. Quando as propriedades do fluído de corte diminuem (um fenômeno conhecido como stress mecânico), o material se torna contaminado, necessitando desta forma o seu descarte.

Assim, a empresa realiza a limpeza do estoque de fluído de corte três vezes por ano e do total descartado (2.300 L/ano), 690 L são provenientes da limpeza. A outra maneira pela qual ocorre a perda de fluído de corte é através de seu arraste com o cavaco. O Gráfico 2 apresenta a porcentagem de fluído de corte perdido tanto com o arraste do cavaco como também no processo de limpeza.

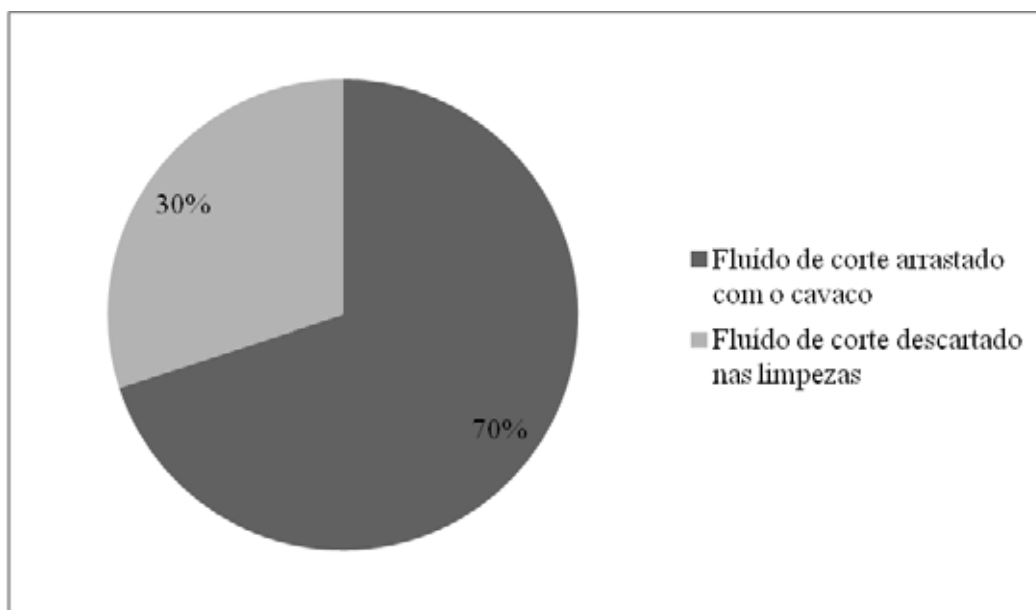


Gráfico 2 - Distribuição do fluido de corte descartado.

Do fluido de corte arrastado com o cavaco, o que representa 70% do que é perdido no processo, parte é recuperado no tambor de armazenamento do cavaco. A preocupação da empresa em coletar o óleo perdido no arraste do cavaco justifica-se devido ao seu alto custo de aquisição, sendo que as perdas representam quase R\$ 25.000,00/ano.

À partir de Oliveira e Alves (2007) e CNTL (2006) são propostas algumas medidas para minimizar a contaminação e o descarte do fluido de corte (Quadro 13).

Particularmente, para a perda do fluido através do arrasto com o cavaco, a empresa pode empregar processos de recuperação e reciclagem do fluido de corte, aumentando sua participação no processo e sua vida útil. De acordo com Oliveira e Alves (2007), pode-se empregar um sistema com tratamento intermitente, capaz de remover contaminantes como óleo, sujeira e bactérias, reajustando o fluido às concentrações recomendadas.

Quadro 13 - Medidas para minimizar a contaminação e descarte do fluído de corte.

Parâmetro	Medidas
Fornecedores	- Evitar aqueles que não garantem a procedência do produto; - Evitar aqueles que não oferecem suporte ao manejo ambiental da empresa;
Higiene dos colaboradores	- Realizar treinamentos que promovam hábitos de higiene e boas práticas quanto à utilização do fluído como por exemplo: evitar a utilização de panos de limpeza que desfiem; não lavar as mãos no fluído de corte; não jogar pequenos resíduos como papeis, bitucas, entre outros.
Origem da peça	- Evitar usar peças que contenham contaminantes, tais como: graxa, ferrugem e resíduo de óleo diversos. É necessário realizar a limpeza antes da usinagem; - Peças contaminadas com fluído de corte de outra máquina pode contaminar a máquina.
Práticas de usinagem	- Atentar-se a direção e a concentração do jato do fluído para aumentar sua performance;
Preparo da solução	- Sempre preparar a solução em um recipiente inerte com capacidade de 20 L ou um tambor de 200 L; - Preparar as possíveis reposições num reservatório à parte, evitando assim os erros de concentração; - Sempre adicionar a água sobre o concentrado, evitando assim a mistura invertida; - Utilizar sempre os fluídos nas concentrações recomendadas pelos fabricantes, verificando sua concentração com um refratômetro; - Monitorar a qualidade e a quantidade de água utilizada para a diluição do concentrado.
Contaminantes	- Manter o plano de manutenção do sistema atualizado; - Instalar decantadores ou centrífugas para separação dos óleos contaminantes.

Fonte: Elaborado a partir de Oliveira e Alves (2007); CNTL (2006).

Em relação ao cavaco de aço contaminado com fluído, atualmente ele é vendido para sucateiros da região de Bauru, que não fornecem qualquer tipo de certificação ambiental aprovada pelos órgãos de fiscalização de meio ambiente. Através da média de valores informados pela Indústria Y, praticados entre fevereiro e setembro de 2013, constatou-se que o quilo do cavaco com fluído é de R\$ 0,25. Baseando-se nestes valores como parâmetro, a empresa obtém uma receita de R\$ 16.625,00/ano com a venda do resíduo.

Calcula-se que, com o emprego de um método de separação, a indústria pode obter uma maior valorização com a venda do cavaco descontaminado, além de reinserir no processo uma maior quantidade de fluído de corte. A partir de CIMM (2011) esta

pesquisa propõe alguns métodos para a separação do cavaco do fluido de corte, apresentando em quais casos cada método é indicado e sua possível restrição.

Quadro 14 - Métodos de separação do cavaco do fluido de corte.

Método	Indicação/Restrições
Decantação	Indicados para fluídos que se separam rapidamente de impurezas, como observado em fluídos sintéticos para retificação.
Filtro de gravidade	Pode ser utilizado para a separação da maioria dos fluídos, porém, apesar do baixo investimento inicial, o espaço ocupado pelo equipamento é grande.
Filtro a vácuo	O acúmulo de cavacos no filtro bloqueia a passagem do fluido, ocasionando na separação. Porém as partículas sólidas podem formar uma borra praticamente impermeável, tornando o sistema caro e ineficiente.
Separação por ciclone	Indicados para separar pequenas quantidades de contaminantes sólidos, havendo a obrigatoriedade da utilização conjunta de um tanque de decantação. Um sistema considerado caro.
Centrífuga	Indicada para separar contaminantes finos. No caso das centrífugas de alta velocidade, elas podem separar o óleo contaminante de emulsões.
Flotação	Indicados para fluídos de corte do tipo leitosos, sendo que as partículas devem estar umectadas para que aconteça uma boa flotação.
Separador magnético	Indicados para fluídos de corte aquosos e integrais de baixa viscosidade. Apresentam limitações de capacidade e fluxo do fluido.

Fonte: Elaborado a partir de CIMM (2011).

Levando-se em conta o emprego dos métodos de separação propostos, pode-se afirmar que uma das oportunidades de P+L é a análise de viabilidade técnica para a recuperação do fluido de corte e a venda do cavaco descontaminado, como mostra a Tabela 3.

Tabela 3- Comparação entre as práticas atuais e empregando a P+L.

Fator	Atualmente	Empregando P+L
Economia com a captação do fluido	R\$ 3.500,00	R\$ 12.750,00*
Receita com a venda de cavaco	R\$ 16.625,00**	R\$ 20.330,00
TOTAL	R\$ 20.125,00	R\$ 33.080,00

* Sem considerar os custos com o investimento de aquisição do equipamento.

** Cavaco contaminado.

Observando-se os valores apresentados, nota-se que com a adoção da estratégia proposta a empresa teria um aumento de R\$ 12.955,00 de economia com a recuperação do fluido embutido ao cavaco e da receita com a venda de cavaco, sendo o mesmo

descontaminado com o método proposto, além de poupar a extração de matéria prima do ambiente natural.

Outra possibilidade de P+L importante é a análise da viabilidade da substituição do óleo solúvel tradicional pelo óleo integral, a base éster vegetal, proveniente da canola. Segundo o SENAI-RS (2006) em termos ambientais, este óleo é menos poluente e apresenta maior facilidade de degradação, sendo passível de tratamento químico ou biológico, além de sua procedência de fontes renováveis, sendo seguro do ponto de vista de aplicação. Porém, este óleo apresenta um maior custo em relação aos tradicionais, sendo necessária uma análise de viabilidade para sua utilização.

Outra técnica pertinente, de acordo com Oliveira e Alves (2007), é a mínima quantidade de lubrificante (MQL). A técnica de MQL caracteriza-se como uma alternativa interessante, que combina a utilização de ar comprimido, responsável pela refrigeração, misturado a uma pequena quantidade de óleo, que lubrifica a interface de contato peça-ferramenta. Dentre as vantagens deste método, pode-se destacar a redução do volume de descarte; peças e cavacos mais limpos; redução de custos de armazenagem, acondicionamento e disposição final. Quanto às desvantagens, pode-se destacar a produção da chamada “névoa de óleo”, aumentando o índice de poluentes em suspensão, exigindo um sistema de exaustão de alta performance.

PEBD Stretch

Como já mencionado nesta pesquisa, o PEBD filme, chamado também de *stretch*, apresenta altos índices de descarte, na maioria das vezes por sua utilização incorreta. A operação na qual o *stretch* é utilizado é denominada de paletização. Este processo consiste na aplicação do filme de *stretch* em gaiolas e raques contendo produtos acabados e embalados em caixas de papelão, com a finalidade de proteger os produtos da ação do tempo ou de choques mecânicos. Tal operação é realizada tanto por máquinas automáticas chamadas de paletizadores (Figura 43) ou manualmente (Figura 44).



Figura 43 - Modelo genérico de um paletizador⁸



Figura 44 - Exemplo de paletizador manual⁹

Constatou-se de maneira empírica durante as anotações de campo que, no momento da paletização manual, os operadores do setor utilizam o material sem

⁸ Fonte: Fonte: http://www.jetape.com.br/?pg=produtos.php&cd_categoria=44

⁹ Fonte: <http://www.ua.all.biz/img/ua/catalog/middle/1052190.jpeg?rrr=1>

qualquer critério e, de maneira ineficiente, aplicando o filme em locais já protegidos e muitas vezes, sem o auxílio do paletizador manual, o que diminui a eficácia da aplicação.

Notou-se também a presença de apenas 3 paletizadores automáticos em toda a planta, o que pode-se considerar um número pequeno levando-se em conta fluxo diário de produtos que são encaminhados à expedição.

Com relação às medidas de P+L, foi relatado pelo Gerente Industrial que uma das primeiras alternativas utilizadas para substituição do filme de *stretch*, foi a substituição por capas retornáveis de *nylon*. Porém, o mesmo afirmou que os resultados não foram satisfatórios, em função do alto índice de capas rasgadas e também extraviadas, sendo abolida a sua utilização.

Diante dos fatores até aqui expostos, esta pesquisa propõe inicialmente como possível alternativa para a minimização deste resíduo o aumento do número de paletizadores automáticos operando na empresa, o que minimizaria as perdas, pois são necessários apenas operadores para programar o aparelho.

De acordo com os dados coletados na planta, estima-se que são utilizados em média 1kg do material para a paletização do produto hipotético NP acondicionado num raque padrão, com dimensões de 1.000 x 1.200 x 1.750. Já com o paletizador automático são utilizados no máximo 400g (0,400kg), num mesmo raque padrão. O valor praticado pelo maior fornecedor deste produto para a Indústria Y é de R\$5,00/kg. A Tabela 4 demonstra as variações mencionadas.

Tabela 4 - Comparação entre os tipos de paletização

Paletização	Quantidade (kg)	Valor (R\$/kg)
Manual	1,000	R\$ 5,00
Automática	0,400	R\$ 2,00

Como afirmado no Capítulo 8 desta pesquisa, são vendidos aproximadamente 53.865kg do filme de *stretch* por ano, ao passo que são adquiridos 120.000kg de material virgem. Com a utilização de paletizadores automáticos, poder-se-ia minimizar as perdas substancialmente.

Outra alternativa é a substituição do *stretch* pelo PVA (Adesivo de Poliacetato de Vinila). De acordo com a ficha técnica do produto de vários fabricantes, para 50 mil

raques nos quais são aplicados o adesivo, a economia chega a 83% durante o período de um ano. O adesivo apresenta outra vantagem que é não deixar resíduos ou marcas, não afetando o produto/caixa, pois além de atóxico, pode ser utilizado sobre diferentes materiais, como caixas de papelão resinadas e sacarias. Outra vantagem é não haver mais a necessidade de se extrair o material no momento do embarque da carga no caminhão, o que reduz significativamente as perdas e também os custos.

Liner de etiqueta

Referente ao resíduo de *liner* de etiqueta, proveniente do processo de codificação do NP, propõem-se duas alternativas para a minimização deste resíduo. A primeira seria uma mudança no âmbito operacional. Durante a coleta de dados contatou-se que os colaboradores que atuam nas máquinas de impressão das etiquetas não utilizam a maioria das bobinas de etiquetas até o final, descartando grande parte delas. Dessa forma, recomenda-se que os colaboradores sejam treinados e orientados para utilizarem o máximo possível de material, minimizando suas perdas.

A segunda seria a substituição do material convencional pelo denominado “rótulo autoadesivo de BOPP”. Por se tratar de um material 100% reciclável – diferentemente do *liner* convencional, este material não necessita de tratamento químico para o silicone se desprender do papel e permitir a utilização da polpa.

Sendo assim, o material passa por um processo de reciclagem já conhecido por se tratar de um composto termoplástico. Outra vantagem é que o *liner* de papel tem geralmente de 60 a 70g/m², enquanto o *liner* de BOPP tem de 27 a 36g/m², diferença que possibilita uma grande redução na quantidade de resíduo gerado, já que, atualmente, a empresa arca com um custo de R\$ 8.000,00 anuais para descartar corretamente o material tradicional. Em contrapartida, com a substituição pelo material de BOPP a empresa poderia gerar uma receita extra com a venda do material para a reciclagem.

Óleo Hidráulico e lubrificante

Como já mencionado no Capítulo 8, os óleos hidráulico e lubrificante utilizados na Indústria Y são vendidos para rerrefino para uma empresa que possui todos os certificados exigidos para exercer tal atividade.

A Resolução CONAMA N°362, de 23 de junho de 2005, estabelece em seu Art. 3º que todo óleo lubrificante usado ou contaminado deve ser destinado à reciclagem por meio do processo de rerrefino.

Segundo Camargo (2003, p. 27) os processos de rerrefino e regeneração consistem em “dar continuidade de uso a um produto que ainda não exauriu todo o seu potencial”. Assim, a base mineral do produto não é modificada com o seu uso e o processo de regeneração pode ser repetido inúmeras vezes.

Dessa forma, sugere-se que a empresa, através de testes e de uma análise de viabilidade, obtenha esse óleo regenerado para operar em seu processo, já que a mesma adquire sempre óleo virgem para desempenhar as suas atividades industriais. Sabe-se por meio dos dados apresentados no capítulo 8 desta pesquisa que, juntos, o óleo hidráulico e o lubrificante somam 21.140 L descartados, em contrapartida aos anualmente 30.200 L adquiridos anualmente.

De acordo com o valor médio praticado pelo mercado atualmente, o custo do óleo virgem é R\$ 8,50/L enquanto o valor do óleo regenerado é de R\$ 2,59/L. Sendo assim, teríamos a oportunidade de P+L em relação ao custo como ilustrado na Tabela 5.

Tabela 5 - Relação de custos de óleo

Tipo de óleo	Custo unitário (R\$/L)	Custo Total (R\$/L)
Virgem	8,50	256.700,00
Regenerado	2,59	78.218,00

Através da análise dos dados apresentados na Tabela 5, conclui-se que a empresa poderia chegar a uma economia de aproximadamente R\$ 178.482,00 adotando a aplicação do óleo regenerado em suas máquinas, além de contribuir para a não extração dos recursos naturais.

BOPP

Para resíduo de BOPP proveniente das linhas de montagem, propõem-se 2 medidas de P+L. Primeiramente, a extinção do retrabalho, ou seja, aperfeiçoar o planejamento para a entrega de produtos e controle de estoques, não necessitando mais extrair produtos das embalagens para rearmazená-los.

Em segundo lugar, devem ser feitas campanhas e treinamentos para otimizar o trabalho dos operadores de máquinas e embaladores das linhas de montagem, uma vez que foi verificado que durante a operação de embalagem estes operadores poderiam minimizar as perdas e as rebarbas. Propõe-se também que a empresa realize um estudo técnico para identificar as perdas reais ocorridas neste processo, já que foi constatado que nunca foi realizado tal estudo.

Panos e estopas

O processo de manutenção e limpeza das máquinas de produção na Indústria Y geralmente está envolvido com o uso de lubrificantes, graxas e solventes diversos. Para tal fim utilizavam-se panos e estopas. Esta pesquisa propõe a análise da viabilidade da substituição dos panos e estopas tradicionais pelo uso de toalhas de celulose, visto que as empresas que prestam este serviço são ambientalmente certificadas e oferecem toalhas prontas para o uso, além de se responsabilizarem destinação final do material.

Nesta situação, a limpeza de peças e máquinas contaminadas com óleo e graxa envolve a utilização em conjunto das estopas com solventes. Essa mistura torna-se um resíduo de difícil descarte. Assim, as empresas especializadas também fornecem pastas desengraxantes biodegradáveis que devem ser utilizadas em conjunto com as toalhas retornáveis, que removem com maior facilidade os resíduos oleosos.

Além disso, a utilização de panos e estopas danificam as máquinas, pois, este material libera fragmentos de tecidos que retardam a atividade hidráulica da máquina, aumentando o tempo e os custos com manutenção.

Desta forma, além de reduzir os impactos com a geração de resíduos contaminados com óleo e solventes, a empresa poderia obter redução de custos uma vez que, o descarte correto de panos e estopas por empresas terceirizadas envolve taxas de transporte e disposição final de resíduos perigosos. Além disso, a empresa não teria

mais a preocupação do gerenciamento de áreas em sua planta para o acondicionamento do material e também dos cuidados com os efluentes gerados pelo acúmulo do material. A Tabela 6 exibe a comparação entre os custos com o material tradicional, panos e estopas, e a utilização das toalhas absorventes de celulose.

Tabela 6 - Comparação entre os custos com estopas em relação às toalhas

Material	Custo unitário	Quantidade mensal	Custo descarte	Custo Total
Panos e estopas	R\$ 4,40	700	R\$ 452,08	R\$ 3.532,08
Toalhas de celulose	R\$ 0,41	5.833	R\$ 92,63	R\$ 2.502,82

Após a análise da Tabela 6, fica claro que a utilização das toalhas absorventes de celulose traz uma redução de custos mensal de R\$ 1.026,00, o que em um ano pode alcançar a marca de R\$ 12.351,00 de redução no custo com esta modalidade de material, evidenciando as vantagens na adoção das toalhas de celulose.

Vale lembrar que assim como os outros resíduos analisados por esta pesquisa, a troca das estopas por toalhas envolve a análise de viabilidade técnica por parte dos profissionais responsáveis e também do treinamento dos funcionários quanto à utilização do novo material com eficiência.

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do diagnóstico referente ao gerenciamento dos resíduos gerados no processo de fabricação do Novo Produto (NP), elaboraram-se propostas de melhorias, fundamentadas na pesquisa bibliográfica realizada e também nas normas referentes ao manuseio de resíduos, objetivando a abordagem das oportunidades de P+L, relacionando-o ao programa já existente na empresa.

Notou-se durante a pesquisa, que a empresa não possui nenhuma ação proativa com relação ao gerenciamento de seus resíduos e que a maioria de suas medidas podem ser consideradas *end-of-pipe*, ou seja, são práticas reativas.

Além disso, as ações são realizadas de maneira desarticulada e deixam clara a ausência de informações de maior nível técnico quanto aos resíduos e sua minimização, principalmente quando comparadas àquelas propostas pelo método de P+L. A falta de interesse por parte da alta direção também é fator decisivo para a manutenção de uma cultura de desperdício entre os colaboradores.

Em relação às possibilidades de melhoria no gerenciamento dos resíduos sólidos identificadas ao longo da pesquisa, podem-se destacar:

Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos

Num panorama geral, o desenvolvimento de um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos mostra-se uma importante ferramenta, principalmente no auxílio ao cumprimento dos requisitos legais e no emprego de medidas preventivas de combate ao desperdício, alinhando as informações e quando revisado periodicamente, forma um inventário sobre o programa.

Manuseio dos Resíduos

O manuseio dos resíduos realizado na empresa mostrou-se falho do ponto de vista do cumprimento aos requisitos legais, principalmente no que diz respeito às

questões de armazenamento e acondicionamento dos resíduos Classe I. Assim, foram recomendadas modificações, tanto do ponto de vista estruturais como também operacionais em relação aos resíduos perigosos, não apenas por sua periculosidade e riscos aos colaboradores, mas também pelos potenciais danos causados à área na qual a empresa está inserida, sendo passível a aplicação das punições previstas pelos órgãos fiscalizadores. Também observou-se a necessidade da contratação de empresas certificadas para a execução da coleta dos materiais.

Produção mais Limpa

As oportunidades de Produção mais Limpa foram propostas visando atender as particularidades no gerenciamento de cada resíduo e estão resumidas no Quadro 15, sanando assim a questão motivadora desta pesquisa: *Como a utilização dos princípios da Produção mais Limpa podem trazer melhorias ao processo de gerenciamento de resíduos em uma indústria de plásticos?*

Quadro 15 - Resumo das oportunidades de P+L identificadas.

Resíduo	Oportunidades identificadas
Papelão	Realização de treinamentos visando melhor aproveitamento do material.
Cavaco e Fluido de corte	Medidas preventivas contra a contaminação do fluido; Métodos de separação do cavaco do fluido de corte; Substituição do óleo solúvel pelo óleo integral vegetal; Aplicação da técnica de MQL.
PEBD Stretch	Aumento do número de paletizadores automáticos; Substituição do stretch pelo PVA.
Liner de etiqueta	Treinamento visando a melhor utilização das bobinas de liner; Substituição do material convencional pelo material de BOPP.
Óleo Hidráulico e lubrificante	Utilização do óleo regenerado em substituição ao óleo virgem.
BOPP	Extinção do retrabalho e aperfeiçoamento do planejamento; Realização de um estudo técnico para quantificação das perdas reais.
Panos e estopas	Substituição dos panos e estopas por tolhas industriais retornáveis; Utilização de pastas desengraxantes biodegradáveis em substituição aos solventes tradicionais.

Do ponto de vista financeiro, as oportunidades de P+L identificadas podem reduzir significativamente os custos da empresa, contribuindo assim para a redução da

extração de materiais virgens do meio ambiente. O Quadro 16 traz um resumo da redução dos custos com a adoção das medidas propostas nesta pesquisa.

Quadro 16 - Redução de custos de acordo com o método proposto pela pesquisa

Material		
Fluído de corte/cavaco de aço	Atualmente	Empregando P+L
Economia com a captação do fluído	R\$ 3.500,00	R\$ 12.750,00
Receita com a venda de cavaco	R\$ 16.625,00	R\$ 15.330,00
Total	R\$ 20.125,00	R\$ 28.080,00
Vantagem identificada: Economia de R\$ 12.955,00		
PEBD <i>Stretch</i> (Paletização)	Quantidade (kg)	Valor (R\$/kg)
Manual	1,000	R\$ 5,00
Automática	0,400	R\$ 2,00
Vantagem identificada: Redução de custos com stretch		
Liner de etiqueta	Gramatura (g/m²)	Custo para descarte (R\$/ano)
Tradicional	60 - 70	8.000,00
Bopp	27 – 36	0,00*
Vantagem identificada: Redução de custos e geração de receita*		
Óleo Hidráulico	Custo unitário (R\$/L)	Custo Total (R\$/L)
Virgem	8,50	256.700,00
Regenerado	2,59	78.218,00
Vantagem identificada: Economia de até R\$ 178.482,00		

Deve-se salientar que mesmo que as propostas e oportunidades de melhorias sejam apontadas para uma indústria de utilidades domésticas de plásticos, as mesmas podem beneficiar o gerenciamento de resíduos em indústrias de diversos segmentos, adaptando-as às particularidades de cada uma.

Em relação ao cumprimento dos objetivos propostos nesta pesquisa, deve-se ressaltar que as práticas de gerenciamento de resíduos empregadas foram avaliadas, identificando assim as oportunidades de otimização com base nos princípios da P+L. Também foi realizado o diagnóstico do gerenciamento de resíduos, além do levantamento das técnicas de minimização de resíduos e controle da poluição, cumprindo assim os objetivos específicos.

Como sugestão de futuros trabalhos, propõe-se a realização de pesquisas qualitativas e quantitativas em outras empresas do mesmo segmento de mercado, para que possam ser identificadas as boas práticas adotadas e também, elaborar um estudo comparativo entre as mesmas.

Finalmente, é válido afirmar que as indústrias devem realizar estudos em parceria com as instituições de ensino superior e pesquisa, verificando assim a viabilidade da implementação de tecnologias alternativas que visam à minimização dos resíduos e conciliando a teoria à prática.

REFERÊNCIAS

ABIPLAST. Associação Brasileira das Indústrias de Plástico. Disponível em: <<http://www.abiplast.org.br>> Acesso em: 15 de dezembro. 2012.

ABIPLAST. Associação Brasileira das Indústrias de Plástico. Disponível em: Disponível em: <<http://www.abiplast.org.br>> Acesso em: 10 de abril. 2013.

AGUIAR, A. O. **Sistemas de gestão ambiental na indústria química: desempenho, avaliação e benefícios**. 2004. Tese (Doutorado em Saúde Pública) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

ALBIERO FILHO, A. (Coord). **Indicadores de Desempenho Ambiental da Indústria**. São Paulo: Federação e Centro das Indústrias do Estado de São Paulo – FIESP/CIESP. Disponível em: <http://www.fiesp.com.br/download/publicacoes_meio_ambiente/cartilha_indic_ambiental.pdf> Acesso em: 11 nov. 2010.

ALEJANDRO, Sérgio Correa. **Sistema de Gestão Ambiental: Responsabilidade Social. Sustentabilidade. Produção mais Limpa**. Mogi das Cruzes, SP: Oriom Editora, 2002. 114p.

ALVES, S. M.; OLIVEIRA, J.F.G. Adequação ambiental dos processos de usinagem utilizando Produção mais Limpa como estratégia de gestão ambiental. **Produção**. São Paulo. v. 17 n.1 jan./abr. 2007.

ARAGON-CORREA, J. A. Strategic proactivity and firm approach to the natural environment. **Academy of Management Journal**, p. 41-5, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 10.004: resíduos sólidos – classificação**. Rio de Janeiro, 2004a. 71p.

_____. **NBR 10.007: amostragem de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro, 2004b. 21p.

_____. **NBR 12.235: armazenamento de resíduos sólidos perigosos**. Rio de Janeiro, 1992. 14p.

BANAS AMBIENTAL. Plásticos – O esforço para sua integração ambiental. 2000.

BARATA, M. M. L.; KLIGERMAN, D.C.; MINAYO-GOMEZ, C. A gestão ambiental no setor publico: uma questão de relevância social e econômica. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 12, n. 1, p. 165-170, Rio de Janeiro, jan/mar 2007.

BARROS, A. S.; LEHFELD, N. A. S. Fundamentos de metodologia científica: um guia para a iniciação científica. São Paulo: Makron Books, 2000.

BASU, A.J; VAN ZYL, D.J.A. Industrial ecology framework for achieving cleaner production in the mining and minerals industry. **Journal of Cleaner Production**, 14 (3), p.299 – 304, jan 2006.

BERTO, R. M. V. S., NAKANO, D. N. A produção científica nos Anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção: Um levantamento de métodos e tipos de pesquisa. **Produção**, v.9, n. 2, p. 65-76, 2000.

BRASIL. Lei n.º 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei 9605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm> Acesso em: 22 out. 2013.

BRAVO, R. S. Técnicas de investigação social: Teoria e ejercicios. 7 ed. Madrid. Paraninfo. 1991.

BURRIT, R. L.; HERZIG, C.; TADEO, B. D. Environmental management accounting for cleaner production: The case of Philippine rice mill. **Journal of Cleaner Production**, v. 17, n. 4, p. 431-439, mar. 2009.

BUYSSE, K. AND VERBEKE, A. Proactive Environmental Strategies: A Stakeholder Management Perspective. **Strategic Management Journal**. v.24, n. 5, p. 453-470. 2003.

CALADO, S. S. Análise de documentos: método de recolha e análise de dados. 2004. Disponível em: <<http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/ichagas/mi1/analisedocumentos.pdf>> Acesso em: jan. 2014.

CALIA, R. C.; GUERRINI, F. M. Estrutura organizacional para a difusão da produção mais limpa: uma contribuição da metodologia seis sigma na construção de redes intra-organizacionais. **Gestão e Produção**, v. 13, n. 3, São Carlos, set./dez. 2006.

CAMARGO, A. Óleos Lubrificante e Preservação. **O Mundo da Usinagem**, 4 ed. 2003. Disponível em <<http://www.omundodausinagem.com.br>>. Acesso em 9 jan. 2014.

CARDOSO, L. M. F. **Indicadores de Produção Mais Limpa**: Uma Proposta Para Análise de Relatórios Ambientais de Empresas. Dissertação (Mestrado em Gerenciamento e Tecnologia Ambiental no Processo Produtivo) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2004.

CENTRO DE INFORMAÇÃO METAL MECÂNICA – CIMM. Purificação de Fluídos de Corte. Disponível em: <http://www.cimm.com.br/portal/material_didatico/4834-purificacao-defluídos-de-corte> Acesso em: 18 mar. 2013.

CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIAS LIMPAS – CNTL. **Implementação de Programas de Produção mais Limpa**. Porto Alegre: CNTL SENAI – RS/UNIDO/UNEP, 2003a. 42p.

_____. **Questões ambientais e Produção mais Limpa**. Porto Alegre: UNIDO, UNEP, CNTL SENAI – RS, 2003b. 126p. (Série Manuais de Produção mais Limpa).

_____. **Cinco fases da implantação de técnicas de Produção mais Limpa**. Porto Alegre: UNIDO, UNESP, CNTL SENAI – RS, 2003c. 103p. (Série Manuais de Produção mais Limpa).

_____. **Indicadores Ambientais e de Processo**. Porto Alegre: UNIDO, UNEP, CNTL SENAI – RS, 2003d. 103p. (Série Manuais de Produção mais Limpa).

_____. **Projeto Programa Piloto para a minimização dos impactos gerados por resíduos perigosos**. Documento 3 – Gestão de resíduos fluídos de usinagem. Rio Grande do Sul: CNTL – SENAI, 2006. 42p.

CORAZZA, R.I. Gestão Ambiental e Mudanças da Estrutura Organizacional. Revista de Administração de Empresas (RAE-Eletrônica), v.2, n.2, 2003, p.1-23.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO – CETESB. **Manual para implementação de um programa de prevenção à poluição**. São Paulo: CETESB, 2002. 16p. Disponível em:

<http://www.cetesb.sp.gov.br/Tecnologia/producao_limpa/documentos/manual_implem.pdf>. Acesso em: 20 mai. 2012.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO – CETESB. **Produção + Limpa**. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/tecnologia-ambiental/Producao-e-Consumo-Sustentavel/11-Documents>> Acesso em: 20 ago. 2013.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO – CETESB & PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE – PNUMA. **A Produção mais Limpa e o consumo sustentável na América Latina e Caribe**. Orgs. PEREZ, Z. M. L.; MASERA, D.; MONTENEGRO, C. 2004. 134 p.

CONSELHO EMPRESARIAL BRASILEIRO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL – CEBDS. **Guia da produção mais limpa**. 2003. Disponível em: <<http://www.cebds.org.br/>> Acesso em: 05 Ago. 2012.

CONSELHO EMPRESARIAL BRASILEIRO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL – CEBDS. **A Produção mais Limpa na Micro e Pequena Empresa**. Cartilha do SEBRAE sobre Produção mais Limpa. Disponível em: <<http://www.pmaisl.com.br/publicacoes.asp>>. Acesso em: Nov. 2012.

DARBRA, R. M.; RONZA, A.; STOJANOVIC, T. A.; WOOLDRIDGE, C.; CASAL, J. **Marine Pollution Bulletin**, v. 50, n. 8, p. 866-874, ago. 2005.

DIAS, K. P. **Proposta de um modelo para gestão do conhecimento no projeto de moldes de injeção**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2008.

DOMINGUES, R. M.; PAULINO, S.R. Potencial para implantação da produção mais limpa em sistemas locais de produção: o polo joalheiro de São José do Rio Preto. **Gestão e Produção**. São Carlos v. 16 n.4 Out/Dez. 2009.

DONAIRE, D. **Gestão ambiental na empresa**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 1999.

DYER Jr., W.G.; WILKINS, A. L. Better stories, not better constructs, to generate better theory: a rejoinder to Eisenhardt. **Academy of Management Review**, v. 16, n. 3, p. 613-619, 1991.

EL BARADIE, M. A. Cutting Fluids: Part II – Recycling and Clean machining. **Journal of Materials Processing Technology**, v. 56, n 1-4, p. 798-806, 1996.

ENVIRONMENT CANADA – EC. **Pollution Prevention Planning Handbook**, 2010. Disponível em: <<http://www.ec.gc.ca/planp2-p2plan/default.asp?lang=En&n=3EDCA423-1>>. Acesso em: Abr. 2012.

FIGUEIREDO, N.M.A. **Método e metodologia na pesquisa científica**. 2a ed. São Caetano do Sul, São Paulo, Yendis Editora, 2007.

FIJAŁ, T. An environmental assessment method for cleaner production technologies. **Journal of Cleaner Production**, v. 10, n. 1, p. 3-12, fev. 2007.

GALDAMEZ, E. V. C. Aplicação das técnicas de planejamento e análise de experimentos na melhoria da qualidade industrial de um processo de fabricação de produtos plásticos. 2002. 133p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos.

GASTROW, H. **Gastrow Injection molds: 130 Proven Designs**. v. 4. USA: Hanser Gardner Publication, 2006.

GUIMARÃES, M. A dimensão ambiental na educação. Campinas: Papirus, 1995.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1996.

GALE, R. Environmental costs at a Canadian paper mill: a case of study of Environmental Management Accounting (EMA). **Journal of Cleaner Production**, 14 (14), p. 1237-1251, jan. 2006.

HART, O. Corporate Governance: Some Theory and Implications. **Economic Journal** 105, Mai: 678-89. 1995.

HENRIQUES, I.; SADORSKY, P. The relationship between environmental commitment and managerial perceptions of stakeholder importance. **Academy of Management Journal**, v. 42, n. 1, p. 87, 1999.

HICKS, C.; DIETMAR, R. Improving cleaner production through the application of environmental management tools in China. **Journal of Cleaner Production**, v. 15, n. 5, p. 395-408, 2007.

HUNT, C.B.; AUSTER, E.R. Proactive environmental management: avoiding the toxic trap. MIT Sloan Management Review, v.31, n.2, p.7-18. 1990.

JAJU, S. B.; MOHANTY, R. P. **Economics of environment management system: A quality cost perspective**.

KHAN, Z. Cleaner production: na economical option for ISO certification in developing countries. **Journal of Cleaner Production**. v. 16, n.1, p. 22-27. jan. 2008.

KJAERHEIM, G. Cleaner production and sustainability. **Journal of Cleaner Production**, v. 13, n. 4, p. 329-339. mar 2005.

KOLOMINSKAS, C.; SULLIVAN, R. Improving cleaner production through pollutant release and transfer register reporting processes. **Journal of Cleaner Production**, v. 12, n. 7, p. 713-724, 2004.

LAGREGA, M. D., BUCKINGHAM, P. L., EVANS, J. C. **Hazardous Waste Management**. ISBN 0-07-019552-8. McGraw-Hill Book Co., 1994. 1. 146p.

LEE, Y. E.; KOH, K. Decision-making of nuclear energy policy: application of environmental management tool to nuclear fuel cycle. **Energy Policy**, v. 30, n. 13, p. 1151-1161, out. 2002.

LIN, Y. H.; TSENG, M. L.; CHIANG, J. H.; CHEN, Y. M. **Priorization of competitive priority in cleaner production implementation**. Industrial Engineering and Engineering – IEE International Conference, 2007.

LORA, E. S. **Prevenção e Controle da Poluição nos Setores Energético, Industrial e de Transporte**. Brasília: ANEEL, 2000. 503p.

LUGLI, D. **Diagrama de causa-efeito**. 2009. Disponível em <<http://www.lugli.org/2009/08/diagrama-de-causa-efeito-ishikawa/>> Acesso em: 19 set. 2013.

LUNDBERG, K.; BALFORS, B.; FOLKESON, L. Framework for environmental performance measurement in a Swedish sector organization. **Journal of Cleaner Production**, v. 17, n. 11, p. 1017-1024, Jul. 2009.

MARTINS, G. A. Estudo de caso: uma reflexão sobre a aplicabilidade em pesquisas no Brasil. **Revista de Contabilidade e Organizações**, v. 2, n.2, p. 9 – 18, 2008.

MATTAR, F. N. **Pesquisa de Marketing: Metodologia e Planejamento**. São Paulo: Atlas, 1996.

MATTHEWS, D. H.; CHRISTINI, G. C.; HENDRICKSON, C. T. Five Elements for Organizational Decision-Making with Environmanetal Management System. *Environmental Science and Technology*, v. 38, n. 07, p. 1927-1932, abr. 2004.

MCCORMICK, J. **The Global Environmental Movement**. London: Belhaven Press, 1989.

MERRIAM, S. **Qualitative research and case study applications in educations**. San Francisco: Jossey-Bass, 275p., 1998.

MIGUEL, P. A. C. Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução. **Produção**, v. 17, n. 1, p. 216 – 229, 2007.

NAGEL, M. H. Managing the environmental performance of production facilities in the electronics industry: more than application of the concept of cleaner production. **Journal of Cleaner Production**, v. 11, n. 1, p. 11-26, fev. 2003.

NAIME, R. **Diagnóstico Ambiental e Sistemas de Gestão Ambiental**: incluindo a atualização da série ISO 9000 e as novas NBR 14001/2004 e NBR ISO 19011/2002. Novo Hamburgo: Feevale, 168p, 2005.

NAIME, R.; GARCIA, A.C. A. **Percepção ambiental e diretrizes para compreender a questão do meio ambiente**. Novo Hamburgo: Feevale, 136p, 2004.

NICOLELLA, G. **Sistema de Gestão ambiental**: aspectos teóricos e análise de um conjunto de empresas da região de Campinas, SP / Gilberto Nicolella, João Fernandes Marques, Ladislau Araújo Skorupa – Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2004.

OLIVEIRA, J. A. **Otimização ambiental de um sistema de produção de petróleo baseada em critérios de produção mais limpa**. 2006. 222f. (Mestrado em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais no Processo Produtivo) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2006.

OLIVEIRA, J. F. G.; ALVES, S. M. Adequação ambiental dos processos de usinagem utilizando Produção mais Limpa como estratégia de gestão ambiental. **Produção**, v. 17, n. 1, p. 129-138, jan/abr 2007.

OLIVEIRA, K. F. **Diretrizes de práticas para transferência de tecnologia de gestão entre clusters industriais do setor metal-mecânico**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2011.

PAWLOWSKY, Urivald. **Tecnologia Limpa**. Apostila do Curso de Tecnologia Limpa, Curitiba, PPGTA - UFPR, 2002.

PEIXOTO, C. S. **Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e adequação das Empresas**. Disponível em: <<http://noticias.ambientebrasil.com.br/artigos/2010/07/30/58284-politica-nacional-de-residuos-solidos-pnrs-e-adequacao-das-empresas.html>>. Acesso em: 22 out. 2013.

PETTIGREW, A. Contextualist research: a natural way to link theory and practice. In: E. LAWLER (ed.), **Doing research that is useful in theory and practice**. San Francisco, Jossey-Bass, p. 222-249, 1985.

PHILIPPI JR., A.(Ed.). **Saneamento, Saúde e Ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável**. Barueri, SP: Manole, 2005. 842p. (Coleção Ambiental, 2).

ROCCA, A.C.C. **Resíduos Sólidos Industriais**. 2ed. São Paulo: CETESB, 1993. 234p.

ROOME, N. Business strategy, R&D management and environmental imperatives. **R&D Management**, v. 24, n. 1, p. 65-82, 1994.

ROSATO, D. V.; ROSATO, M. G. **Injection Molding Handbook**. v. 3. USA: Kluwer Academic Publishers, 2000.

SANTOS, C. **Prevenção da Poluição Industrial: oportunidades, análise dos benefícios e barreiras**. 2005. 287f. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.

SANTOS, M. S; YAMANAKA, H. T.; PACHECO, C. E. M. **Bijuterias**. Série P+L. São Paulo: CETESB, 2005. 54p. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br>>

SCAVONE, G. M. Challenges in internal environmental management reporting in Argentina. **Journal of Cleaner Production**, v.14, n. 6-7, p. 629-635, 2006.

SEIFFERT, M.E.B. **ISO 14001 Sistemas de Gestão Ambiental – Implantação objetiva e econômica**. 2ed. São Paulo: Ed. Atlas, 2006.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL – SENAI. **Implementação de Programas de Produção mais Limpa**. Porto Alegre, Centro Nacional de Tecnologias Limpas SENAI-RS/ UNIDO/INEP, 2003. 42 p. il. Disponível em: <<http://www.senairs.org.br/cntl/>> Acesso em: Mar. 2013.

_____. **Projeto Programa Piloto Para a Minimização dos Impactos Gerados Por Resíduos Perigosos**. Porto Alegre, Centro Nacional de Tecnologias Limpas SENAI-RS/ UNIDO/INEP, 2006. 42p. Disponível em: http://wwwapp.sistemafiergs.org.br/portal/page/portal/sfiergs_senai_uos697/proximos_cursos/F luidos de usinagem_RS.pdf

SILVA FILHO, J. C. G.; CALABRIA, F. A.; SILVA, G. C. S.; MEDEIROS, D. D. Aplicação da Produção mais Limpa em uma empresa como ferramenta de melhoria contínua. **Revista Produção**, v.17, n.1, São Paulo. Jan. 2007.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 3 ed. Rev. atual. Florianópolis: Laboratório de ensino a distância da UFSC, 121p., 2001.

SHEN, T.T. **Industrial pollution prevention**. Springer-Verlag, Berli: [s.l.]. 371p. 1995.

STANISKIS, J. K.; STASISKIENE, Z. Environmental management accounting in Lithuania: exploratory study of current practices, opportunities and strategic intents. **Journal of Cleaner Production**. v. 14. p. 1252-1261. 2006.

STOETERAU, R. L. **Introdução aos processos de usinagem**. Disponível em: <<http://www.lmp.ufsc.br/disciplinas/emc5240/Aula-01-U-2007-1-Introducao.pdf>> Acesso em: 02 dez. 2011.

TAM, V. W. Y.; TAM, C. M.; ZENG, S. X.; CHAN, K. K. Environmental performance measurement indicators in construction. **Building and Environment**, v. 41, n. 2, p.164-173, fev. 2006.

TORRES, J. **Dossie Técnico: Prevenção de acidentes em máquinas injetoras de plástico**. SENAI – RS, 2007.

TSENG, M. L.; LIN, Y. H.; CHIU, A. S. F. Fuzzy AHP – based study of cleaner production implementation in Taiwan PWB manufacturer. **Journal of Cleaner Production**, v.17, n. 14, p. 1249-1256, set. 2009.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME – UNEP. International Declaration on Cleaner Production – Implementation Guias for Copanhies. UNEP – Division of Technology, Industry and Economics – Production and Consumption branch 2001. 23p.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME – UNEP. Disponível em: <<http://www.uneptie.org/scp/>> Acesso em: Jan. 2013.

UNITED NATIONS INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION – UNIDO. Disponível em: <<http://www.unido.org/doc/5133>> Acesso em: Jun. 2012.

VASTAG, G., KEREKES, S.; RONDINELLI, D.A. Evaluation of Corporate Environmental Management Approaches: A Framework and Application. **International Journal of Production Economics**.v. 43, p.193-211, 1996.

VITERBO Jr., E. **Sistema integrado de gestão ambiental**. “Como implementar a ISO 14000 partir da ISSO 9.000, dentro de um ambiente de CQT”. São Paulo: Aquariana. 1998.

YIN, R. K. **Estudo de caso: Planejamento e Método**. 2. ed. São Paulo: Bookman, 2001.

YIN, R. K. **Estudo de Caso: Planejamento e Método**. 3ª ed. – Porto Alegre: Bookman, 2005.

ZURBRÜGG, C.; GFRERER, M.; ASHADI, H.; BRENNER, W.; KÜPER, D. Determinants of sustainability in solid waste management – The Gianyar Waste Recovery Project in Indonesia. **Waste Management**, v.12, 2012.

APÊNDICES

APÊNDICE A – LEVANTAMENTO PRELIMINAR

Roteiro

Nota: Convidamos V.Sa. a contribuir para uma pesquisa realizada pela Faculdade de Engenharia da UNESP/ Bauru, por meio do fornecimento de respostas no questionário abaixo. Os dados serão analisados e tratados com sigilo absoluto, não sendo necessária a utilização do nome da empresa. A pesquisa tem o fim de esclarecer as boas práticas e as principais dificuldades encontradas para a implantação e manutenção de um programa de gerenciamento de resíduos sólidos em indústrias de transformação de plásticos. Desta forma, agradecemos desde já por sua valorosa atenção.

I – Informações Gerais

1.1 Razão Social: _____

1.2 Nome do entrevistado: _____

1.3 Função/Cargo: _____

1.4 Telefone: _____

1.3 E-mail: _____

1.6 Atividade econômica da indústria: _____

1.7 Porte: _____

1.8: Período de Funcionamento

Horas por dias: _____ Dias da semana: _____ Meses do ano: _____

1.9: Número total de funcionários: _____

II – Aspectos Ambientais

2.1 Possui Licença Ambiental? () Não () Sim

2.2 Já recebeu alguma notificação ou penalidade referente ao gerenciamento de resíduos?

() Não () Sim

2.3 Possui um setor ou pessoa responsável pelos assuntos ambientais? () Não () Sim

2.4 Possui certificação? () Não () Sim Qual(is)?

2.5 Possui Sistema de Gestão Ambiental? () Não () Sim

2.6 Possui Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos? () Não () Sim

2.7 Possui Inventário dos resíduos sólidos? () Não () Sim

2.8 Registra os resíduos armazenados e/ou vendidos? () Não () Sim

2.9 Desenvolveu atividades ligadas à Produção mais Limpa? () Não () Sim?

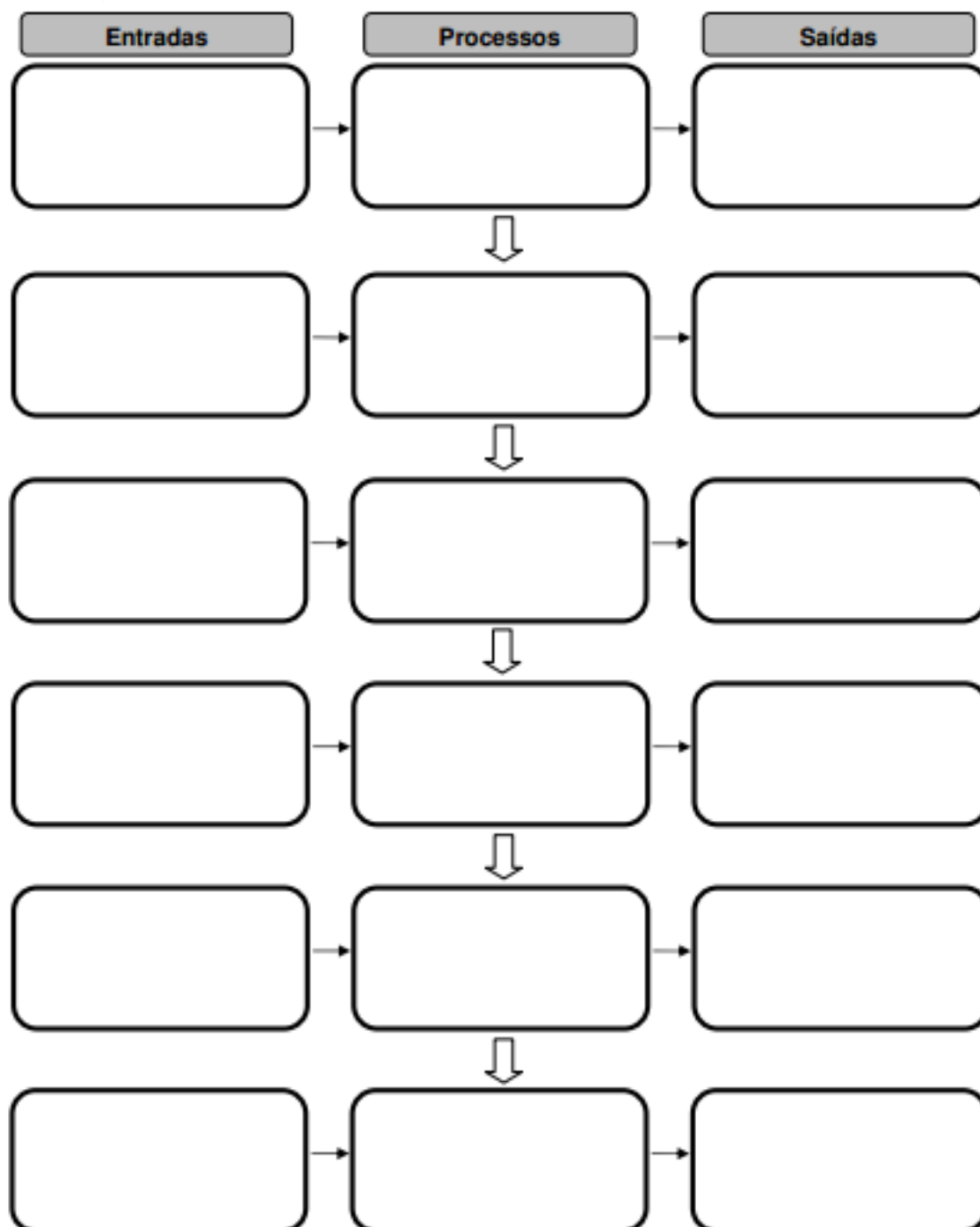
III – Aspectos Operacionais

3.1 Quais são os principais produtos produzidos pela empresa? (Coluna 1)

3.2 Com quais mercados são comercializados (externo ou interno)? (Coluna 2)

3.3 Fluxo de Processo

(Indicar todas as entradas e saídas para cada etapa do processo produtivo)



3.4 Dentre os resíduos gerados, qual(is) a empresa tem apresentado maior dificuldade para o gerenciamento? Por quê?

This image shows a blank sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and extend across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

APÊNDICE B – LEVANTAMENTO ESPECÍFICO

I – Quantificação dos resíduos gerados na indústria

[illegible]

II – Gerenciamento dos Resíduos

[illegible]

II – Gerenciamento dos Resíduos

[illegible]

ANOTAÇÕES