

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**  
**COORDENAÇÃO DE ALIMENTOS**  
**CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM ALIMENTOS**

**JAMILA ROGGENBACK**

**A PRODUÇÃO MAIS LIMPA EM INDÚSTRIAS DE ALIMENTOS NA**  
**REGIÃO SUL DO PARANÁ**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**PONTA GROSSA**

**2013**

**JAMILA ROGGENBACK**

**A PRODUÇÃO MAIS LIMPA EM INDÚSTRIAS DE ALIMENTOS NA  
REGIÃO SUL DO PARANÁ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Tecnóloga em Alimentos da Coordenação de Alimentos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>: Marcia Carletto

Co-orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Msc: Rosane Natume

**PONTA GROSSA**

**2013**



Ministério da Educação  
**Universidade Tecnológica Federal do Paraná**

Campus Ponta Grossa

Nome da Diretoria

Nome da Coordenação

Nome do Curso



---

## TERMO DE APROVAÇÃO

A PRODUÇÃO MAIS LIMPA EM INDÚSTRIAS DE ALIMENTOS NA REGIÃO  
SUL DO PARANÁ

JAMILA ROGGENBACK

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 21 de agosto de 2013 como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnóloga em Alimentos do Curso Superior de Tecnologia em Alimentos. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

---

Prof<sup>a</sup> :Dr<sup>a</sup> : Marcia Regina Carletto  
Orientadora

---

Prof<sup>a</sup> Msc.: Rosane Natume  
Co-orientadora

---

Prof<sup>o</sup>. Dr: Antonio Carlos de Francisco  
Membro titular

---

Prof<sup>a</sup> Msc: Simone Bowles  
Membro titular

O termo de aprovação assinado encontra-se assinado na coordenação do curso.

Dedico este trabalho a toda a minha família, que de alguma maneira me ajudou e contribuiu para a minha formação.

## **AGRADECIMENTOS**

Na estrada da vida encontramos diversas curvas e obstáculos, entretanto algumas pessoas são abençoadas por Deus no qual me ajudaram e me ajudam até hoje a seguir em frente e pelo caminho correto. A graduação foi uma época de muito aprendizado não só academicamente, mas um aprendizado para a vida.

Agradeço de todo meu coração primeiramente a Deus que me deu persistência, força e perseverança para continuar os meus objetivos e também a desafiar meus próprios limites. A toda minha família que estava comigo nos momentos mais difíceis, pois foram eles que me mostraram que a melhor herança é a educação.

A minha orientadora Dra. Marcia Regina Carletto e a professora Rosane Natume que são pessoas especiais e dedicadas, que me auxiliaram dando-me atenção aos meus projetos e guiando-me de maneira correta. E a todos que de alguma maneira me ajudaram na realização deste trabalho.

Muito obrigada!

“... O homem tem direito fundamental à liberdade, à igualdade e às condições de vida satisfatórias, em um meio ambiente cuja qualidade lhe permita viver com dignidade e bem estar...”. (Primeiro Príncipe de Estocolmo)

## RESUMO

ROGGENBACK, Jamila. **A Produção mais Limpa em Indústrias de Alimentos na Região Sul do Paraná**. 2013. 42 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Tecnologia em Alimentos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2013.

A Produção mais Limpa (PML) é uma ferramenta que visa à prevenção dos resíduos, com enfoque preventivo aplicado a processos, produtos e serviços para a redução dos impactos ambientais. Tem como foco a eficiência na utilização de matérias primas e recursos naturais, por meio da não geração, minimização ou reciclagem dos resíduos e emissões geradas. O objetivo deste trabalho foi identificar ações de PML em indústrias de alimentos. Para atingir os objetivos foram pesquisadas empresas de grande representatividade na área de alimentos avaliando seus principais processos conforme os requisitos básicos da Produção mais Limpa. A abordagem metodológica se classifica como um estudo exploratório e a coleta de dados ocorreu pela aplicação de um questionário com enfoque em uma entrevista estruturada. A partir dos resultados obtidos pode-se constatar que nenhuma empresa possuía implementação da PML, entretanto possuem várias ações que geram às mesmas benefícios significativos compatíveis com as práticas propostas pelo programa PML.

**Palavras-chave:** Produção mais Limpa; Prevenção; Indústrias de Alimentos.

## **ABSTRACT**

ROGGENBACK, Jamila. **The Cleaner Production in Food Industry in Southern Paraná** . 42f. Completion of course work. Degree in Technology Food. *Federal Technology University - Paraná*. Ponta Grossa, 2013.

*The Cleaner Production (CP) is a tool aimed at the prevention of waste, with preventive approach applied to processes, products and services to reduce environmental impacts. Focuses on the efficient use of raw materials and natural resources, through the non-generation, minimization and recycling of waste and emissions generated. The aim of this study was to identify actions CP in food industries. To achieve the objectives were surveyed companies large representation in the area of food assessing key processes as the basic requirements of Cleaner Production. The methodological approach is classified as an exploratory study and data were collected by a questionnaire focusing on a structured interview. From the results obtained it can be seen that no company had CP implementation, however have several actions that generate the same significant benefits consistent with the practices proposed by CP program.*

**Keywords:** *Cleaner Production; Prevention; Food Industry.*

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES E TABELAS

QUADRO1:EVOLUÇÃOAMBIENTALDASEMPRESAS.....	13
QUADRO 2 : DIFERENÇAS ENTRE A TECNOLOGIA FIM DE TUBO E PML.....	17
FIGURA 1: PASSOS PARA A IMPLEMENTAÇÃO DA PML. ....	19
FIGURA 2: NÍVEIS DE APLICAÇÃO DA PML.....	21
QUADRO 3: RESPOSTAS DO PRIMEIRO QUESTIONÁRIO.....	27
QUADRO 4: USO DE ENERGIA PELAS EMPRESAS PESQUISADAS.....	32
QUADRO 5: PRÁTICAS COMPATÍVEIS À PML NAS EMPRESAS PESQUISADA.....	34

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
1.1 OBJETIVOS.....	11
1.1.1 Objetivo Geral .....	11
1.1.2 Objetivos Específicos .....	11
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>12</b>
2.1 IMPACTOS AMBIENTAIS E AS INDÚSTRIAS DE ALIMENTOS .....	12
2.2 SISTEMA DE GESTÃO AMBIENTAL (SGA).....	14
2.3 HISTÓRICO DA PRODUÇÃO MAIS LIMPA (PML).....	16
2.4 DEFINIÇÃO DA PML .....	16
2.5 IMPLANTAÇÃO DA METODOLOGIA PML .....	18
2.5 MEDIDAS DE PML .....	22
2.5.1 Recebimento e estocagem de produtos .....	22
2.5.2 Economia de Água e Minimização de Efluentes.....	23
2.5.3 Embalagens .....	23
2.5.4 Uso racional de Energia .....	23
2.5.5 Outras Medidas.....	24
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>25</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>26</b>
4.1 APLICAÇÃO DA FERRAMENTA PRODUÇÃO MAIS LIMPA.....	29
4.2 RECEBIMENTO E ESTOCAGEM DO PRODUTO .....	29
4.3 ECONOMIA DE ÁGUA E MINIMIZAÇÃO DE EFLUENTES.....	30
4.4 EMBALAGEM .....	30
4.5 USO RACIONAL DE ENERGIA .....	31
4.6 SINTESE DOS RESULTADOS .....	33
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>35</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>36</b>
<b>APÊNDICE 1 – QUESTIONÁRIO 1.....</b>	<b>39</b>
<b>APÊNDICE 2 – ENTREVISTA ESTRUTURADA.....</b>	<b>40</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Com o consumo excessivo dos recursos naturais após a Revolução Industrial, os problemas ambientais se agravaram, aumentando expressivamente seus efeitos (SEIFFERT, 2008). Nas décadas de 50 e 60 as organizações não tinham, em sua maioria, nenhuma responsabilidade ambiental, apenas descartavam os seus resíduos contaminando água, solo e ar.

Já no período de 1970 a 1980 a sociedade começou a ter maior preocupação em função dos acidentes ambientais ocorridos. A partir daí, iniciou-se o desenvolvimento de uma postura reativa em relação aos problemas ambientais, à necessidade de adequação ao cumprimento das normas e legislações, à prática de controle no final do tubo (*end of pipe*), isto é, um controle dos resíduos no final do processo (CNTL, 2003).

Atualmente, as organizações mais competitivas ultrapassam as metodologias de controle (tratamento) para focar na prevenção. Estas organizações estão preocupadas com a sustentabilidade de seus processos, melhoram suas práticas e futuras ações (SILVA *et.al*, 2006). Um exemplo prático dessa mudança é a utilização da metodologia Produção mais Limpa (PML), que se qualifica como uma das ferramentas da Gestão Ambiental (CNTL, 2003). Essa busca por soluções e melhorias faz com que a organização se fortaleça com ganhos ambientais, econômicos e organizacionais, ao adotar essa ferramenta (SILVA *et.al*, 2003).

Segundo Barbieri (2011) Produção mais Limpa é uma ferramenta fundamentada no enfoque preventivo aplicado a processos, produtos e serviços para a diminuição dos impactos ambientais. Tem como foco a eficiência na utilização de matérias primas e recursos naturais, por meio da não geração, minimização ou reciclagem dos resíduos e emissões geradas (CNTL, 2003).

A PML evidencia-se pelos procedimentos que são praticados dentro da empresa com o objetivo de tornar as técnicas mais eficientes, produzindo mais produtos e menos resíduos, aumentando a sua produtividade e competitividade (CNTL, 2003).

Diante disso tornou-se pertinente verificar junto a empresas de produtos alimentícios, ações que possam ser compatíveis com a PML para levantar suas contribuições para a área ambiental e de alimentos, fato que definiu o primeiro objetivo deste trabalho.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

Identificar ações de Produção mais Limpa em indústrias de alimentos;

### 1.1.2 Objetivos Específicos

- Selecionar empresas da área de alimentos da região sul do Paraná que apresentam a variável ambiental em suas atividades;
- Identificar dentre as empresas pesquisadas as que possuem a implementação da Produção mais Limpa;
- Estabelecer práticas presentes nas atividades das empresas compatíveis às ações Produção mais Limpa;

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 IMPACTOS AMBIENTAIS E AS INDÚSTRIAS DE ALIMENTOS

A partir do desenvolvimento da agricultura intensiva iniciou-se um dos grandes impactos ambientais, pois com o passar dos anos o crescente aumento da população tornou-se um fator de extrema relevância em função da ampliação da demanda por alimentos.

Para suprir essa necessidade, foram desenvolvidas tecnologias avançadas, novos equipamentos para a agricultura e avanços químicos para controle de pragas, enquanto o processo de industrialização referente à transformação e produção de alimentos tornou-se uma realidade. Com isso vieram os gastos de energia, consumo excessivo dos recursos naturais, a falta de controle e a necessidade de tratamento de seus resíduos (VALLE, 2004).

Ao longo dos anos a ausência de controle dos resíduos gerados começou a agravar o quadro ambiental com efeitos indesejáveis, como: acidentes com produtos químicos, poluição excessiva dos rios e lençóis freáticos, a diminuição da camada de ozônio, perda da biodiversidade, entre outros (BARBIERI, 2011).

Em meio a todos os agravos ambientais a sociedade começou a perceber que os recursos do planeta eram limitados e que a tecnologia não era a solução para todos esses problemas. Segundo a CNTL (2003) foi somente nos anos 1950/1960 que houve uma nova atitude das organizações sobre a preservação dos recursos naturais e prevenção dos resíduos produzidos pelas mesmas. O quadro que segue apresenta como se deu a evolução dos cuidados ambientais nas empresas.

Décadas/ Ações	50/60	70/80	90/Atual
Gerenciamento e tratamento	Não possuía tratamento, Apenas diluição de resíduos na água e no ar.	Foco no tratamento de resíduos.	Foco no processo para diminuição dos resíduos.
Prevenção de resíduos	Somente tinha o conhecimento.	Controle no final do tubo.	Tecnologias limpas/Análise do Ciclo de Vida.
Mentalidade e ações empresariais	Ausência quase total de responsabilidade com seus resíduos.	Responsabilidade ambiental isolada.	Integração total da responsabilidade e estrutura empresarial.

**Quadro1: Evolução Ambiental das Empresas.**

**Fonte: Adaptado de CNTL (2003)**

Pode-se observar que nos anos 90 foi o período em que ocorreu uma nova fase da questão ambiental (Gestão Ambiental) nas organizações industriais, onde observa-se maior foco no processo para diminuir os resíduos através de Tecnologias Limpas e Análise do Ciclo

de Vida. De acordo com Corazza (2003), houve a introdução progressiva de uma perspectiva de sustentabilidade (interligação do financeiro, ecológico e humano), a proliferação dos engajamentos coletivos, maior integração entre as esferas pública e privada e maior envolvimento da sociedade civil organizada.

As empresas de alimentos podem contribuir para a produção de diversos impactos ambientais de acordo com o segmento a que pertencem como cervejarias, indústria de laticínios, fibras, carnes e emulsificantes os quais apresentam a geração de diferentes resíduos que de acordo com CETESB (2005) e CETESB (2008) se constituem em:

- Efluentes líquidos: lavagens de garrafas ou embalagens, derramamento do produto, limpeza dos equipamentos, limpeza dos pisos e paredes com detergentes, soro, óleos e graxas, água quente, solventes, resto de mosto e impurezas nas matérias primas.

- Emissões: gases da combustão, poeiras, gases refrigerantes, odor, ruído, calor, vapor, amônia, CO<sup>2</sup>.

- Resíduos Sólidos: pasta celulósica, produtos danificados, produtos vencidos, embalagens, garrafas quebradas, terra diatomácea, lodo, bagaço do malte, cinzas, levedura adicional, meio de cultura, pallets.

Nesse contexto, apesar de possuir grande potencial poluidor, as indústrias de alimentos, em sua maioria, passaram a buscar caminhos e estratégias para incluir a variável ambiental em suas atividades e processos, na tentativa de adequação à legislação e normas vigentes como garantia de produção mais eficiente e maior competitividade (CETESB, 2005; SEIFFERT, 2008).

A inclusão da variável ambiental em suas atividades faz com que a organização estabeleça determinadas práticas específicas, de acordo com seu processo produtivo que deve ser analisado qualitativamente e quantitativamente para que assim possa evitar e diminuir os resíduos, reciclá-los e reaproveitá-los. Como por exemplo, a água residual de outros processos pode ser utilizado na lavagem de pisos; o bagaço do malte que pode ser destinado para ração animal; o reaproveitamento de biogás como combustível para as caldeiras; a instalação de uma turbina a gás natural para que assim possa ocorrer uma recuperação de calor para energia elétrica e produção de vapor para o processo, entre outros (CETESB, 2005).

Uma alternativa cada vez mais procurada por empresas que buscam medidas para melhorar seu desempenho ambiental é a adesão à Gestão Ambiental, desde que as práticas de gestão podem gerar benefícios para o processo produtivo como um todo. A Gestão Ambiental

ocorre de acordo com as necessidades da empresa para estabelecer metas e objetivos sobre seus resíduos e minimização de gastos (SEIFFERT, 2008).

## 2.2 SISTEMA DE GESTÃO AMBIENTAL (SGA)

Barbieri (2011) define a Gestão Ambiental ou administração do meio ambiente como ações administrativas que envolvem planificação de ideias, programação, organização, distribuição de recursos a serem seguidos por toda empresa com a finalidade de considerar o meio ambiente em suas decisões e adotar ações tecnológicas que contribuam para obter resultados positivos tanto econômicos quanto ambientais. É também definida como um processo adaptativo contínuo, no qual as organizações estabelecem e restabelecem seus objetivos e metas à proteção ambiental e selecionam estratégias adequadas para atingir seus objetivos no tempo estipulado (SEIFFERT, 2008).

Alguns elementos são essenciais em um sistema de Gestão Ambiental como, a política ambiental, a avaliação dos impactos ambientais, os objetivos, metas e plano de ação (BARBIERI, 2011). A melhoria contínua é outro item relevante e indispensável da Gestão Ambiental dentro da organização, pois é um processo que visa atingir melhorias todo o tempo em relação ao custo, desenvolvimento de determinado produto, melhorias no setor, educação dos funcionários, diminuição dos resíduos entre outros.

É importante salientar que cada empresa possui seu sistema de Gestão Ambiental, com procedimentos sistematizados, ferramentas, programas computacionais para que contribua e atue de acordo com a legislação, que realize melhorias e que cumpra as exigências legais e até mesmo além delas (BARBIERI, 2011).

O gerenciamento das questões ambientais nas indústrias baseia-se principalmente na obrigatoriedade do cumprimento das legislações ambientais, como a resolução CONAMA 430 que define os padrões de lançamento de efluentes (BRASIL, 2011), resolução CONAMA 003 que define os padrões de qualidade do ar, lei nº 12.305 sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010), além de outras legislações mais específicas para cada área de atuação da indústria. As legislações definem limites e condições aceitáveis de emissões de resíduos despejados no meio ambiente, proibições quanto à utilização de substâncias tóxicas, quantidade de água utilizada, dentre outras.

Para que ocorra uma diminuição desses resíduos e poluentes que poderão gerar um impacto ambiental, é de suma importância que a empresa avalie primeiramente seus aspectos

ambientais. Desta forma, a empresa poderá planejar ações e medidas que reduzam e previnam na fonte seus futuros impactos ambientais. A partir do levantamento dos possíveis impactos ambientais, conseqüentemente haverá uma grande melhora em relação à minimização e perdas das matérias-primas, transporte, higienização dos equipamentos, controle de água e energia para a produção e transformação dos alimentos (CETESB, 2005; VALLE,2002).

Treinamento dos funcionários e monitoramento são formas preventivas da Gestão Ambiental para que aconteça uma futura melhora no setor e na empresa como um todo. Não obstante, é relevante que a empresa treine seus funcionários sobre educação ambiental, destacando as ações corretas quanto à conscientização, sensibilização, economia de água e energia, organização dentre outras ações que gerarão resultados significativos no que diz respeito às questões ambientais (CETESB, 2005).

O monitoramento contínuo é uma peça chave para que a Gestão Ambiental realmente aconteça e também para que toda essa conscientização dos funcionários na prática seja realizada no intuito de estabelecer metas de redução. É importante que estabeleçam limites em suas atividades em relação à energia gasta pelos equipamentos, se os mesmos precisam ser trocados ou ajustados, fazer um balanço de massa do que entra e do que sai, tratamento dos efluentes e outra análises laboratoriais que garantam o controle adequado. Atendendo a essas condições anteriores, o sistema de gestão será positivo para a empresa, melhorando sua competitividade empresarial (CETESB, 2005).

Para auxiliar as empresas a alcançar metas e objetivos ambientais existem vários modelos e ferramentas propostos por diferentes autores. Barbieri (2011) aponta alguns modelos de Gestão Ambiental que orientam as atividades administrativas e operacionais para alcançar os objetivos ambientais definidos como, Atuação Responsável, Administração da Qualidade Total (TQEM), Produção mais Limpa, Ecoeficiencia e Projeto para o Meio Ambiente. Outro modo da organização alcançar seus objetivos é a implantação da norma 14.000, o qual irá certificar determinado processo estabelecido ou a empresa como um todo. A família 14.000 é uma norma internacional ambiental que dá a organização um diferencial competitivo no mercado, pois os clientes e consumidores estão cada vez mais exigentes referentes às questões e ações legais sobre o meio ambiente.

Contudo há duas possibilidades para adoção de ferramentas: a gestão ambiental de produtos e de processos. De acordo com Dias (2011) a Gestão Ambiental de produtos utilizam ferramentas como Análise do Ciclo de Vida (ACV), selos ecológicos (certificação do produto) e o *ecodesign*. Na Gestão Ambiental de processos as tecnologias ambientais obtêm

resultados significativos, com grande relevância para a ferramenta PML que reduz os impactos ambientais dos processos industriais, o qual será abordado de modo detalhado no próximo item sendo o foco deste trabalho.

### 2.3 HISTÓRICO DA PRODUÇÃO MAIS LIMPA (PML)

No final da década de 80 e começo de 90 com o novo pensamento da sociedade devido a vários acidentes ambientais ocorridos e de legislações específicas que entraram em rigor, as empresas começaram a ter uma preocupação referente a sua própria imagem (VALLE, 2002). Nessa época surgiram novos programas para que a organização passasse a ter uma atitude próativa, isto é, prevenir os resíduos e não apenas tratá-los. Um exemplo prático disso foi em 1989, o *United Nation Environmental Program (UNEP)* começou sua iniciativa de Produção mais Limpa (*Cleaner Production*), propôs e conceituou esse termo e realizou um intercambio de informações a nível mundial que envolveu capacitação e difusão da PML para as organizações (UNIDO, 2002).

Em 1994 a *United Nations Industrial Development Organization (UNIDO)* e o *UNEP* criaram o programa de Produção mais Limpa referente à prevenção dos impactos ambientais dentro dos processos, produtos e serviços (CNTL, 2003). A partir daquele ano, vinte e três centros foram estabelecidos nos seguintes países: Brasil, China, Costa Rica, Cuba, República Checa, El Salvador, Etiópia, Guatemala, Hungria, Índia, Quênia, República da Coreia, México, Marrocos, Moçambique, Nicarágua, República Eslovaca, Sri Lanka, República Unida da Tanzânia, Tunísia, Uganda, Vietnã e Zimbábue (UNIDO, 2002).

Segundo Coelho (2004) a UNIDO e o UNEP em 1995 o SENAI- Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial- Departamento Regional do Rio Grande do Sul ficou responsável por servir de sede ao Centro Nacional de Tecnologias Limpas (CNTL), tendo como objetivo disseminar as técnicas de PML para a Confederação Nacional das Industrias (CNI).

### 2.4 DEFINIÇÃO DA PML

Para a UNIDO (2002) PML é aplicação contínua de uma estratégia ambiental preventiva, integrada aos processos, produtos e serviços para aumentar a Ecoeficiencia e reduzir os riscos ao homem e ao meio ambiente. Emprega-se à:

- Processos Produtivos: engloba preservação de recursos naturais e energia, eliminação de matérias primas tóxicas e diminuição da quantidade e toxicidade dos resíduos e emissões.

- Produtos: engloba a diminuição dos impactos negativos ao longo do ciclo de vida de um produto, desde a extração de matérias primas até sua disposição final.

- Serviços: estratégia para incorporação de considerações ambientais no planejamento e entrega dos serviços.

De acordo com a *UNIDO* (2002) o ciclo produtivo da PML está na seguinte ordem:

- Aumentar a produtividade, garantindo uma utilização mais eficiente de energia, água e matérias primas;

- Promover um melhor desempenho ambiental, através da redução na fonte de resíduos e emissões;

- Reduzir o impacto ambiental das produções ao longo de seu ciclo de vida com projetos ambientalmente amigáveis e o custo de produção efetiva;

Assim a PML evidencia-se pelos procedimentos que são praticados dentro da empresa com o objetivo de tornar as técnicas mais eficientes, produzindo mais produtos e menos resíduos, aumentando a sua produtividade e competitividade (CNTL, 2003).

Essa ferramenta mostra um conceito de melhoria contínua, isto é, um processo mais favorável ao meio ambiente. Baseia-se em tecnologia, inovação e na mudança na forma de gestão das empresas. Nessa perspectiva é que tornam-se favoráveis as ações preventivas da poluição ao invés de ações fim de tubo (BERKEL, 1995; CHRISTIE *et.al.*,1995 *apud* LEMOS,1998) . O quadro 2 demonstra as principais diferenças entre as tecnologias fim de tubo e PML.

<b>Tecnologia Fim de Tubo</b>	<b>PML</b>
<b>Pretende reação.</b>	<b>Pretende ação.</b>
Os resíduos, os efluentes e as emissões são controlados através de equipamentos de tratamento.	Prevenção da geração de resíduos, efluentes e emissões na fonte. Procurar evitar matérias primas potencialmente tóxicas.
Proteção ambiental é um assunto para especialistas e competentes.	Proteção ambiental é tarefa para todos.
A proteção ambiental atua depois do desenvolvimento dos processos e produtos.	A proteção ambiental atua como parte integrante do desenho do produto e da engenharia de processo.
Os problemas ambientais são resolvidos a partir de um ponto de vista tecnológico.	Os problemas ambientais são resolvidos em todos os níveis e em todos os campos.
Não há preocupação com o uso eficiente de matérias primas, água e energia.	Uso eficiente de matérias primas, água e energia.
Leva custos adicionais.	Ajuda a reduzir custos.

**Quadro 2 : Diferenças entre a tecnologia Fim de Tubo e PML**

Fonte: CNTL (2003)

Enquanto a tecnologia fim de tubo tem o problema e não analisa desde o começo e sim no final de determinado processo, o que mostra ser uma tecnologia reativa não havendo nenhuma preocupação com o surgimento dos resíduos, em outras palavras, as ações executadas com essa ferramenta são insuficientes e precárias em relação à Gestão Ambiental, pois seu único comprometimento é atender às exigências legais (BARBIERI, 2011; CNTL 2003).

Contudo a PML realiza todo um estudo que conduz para a causa e prevenção da geração dos resíduos, pode também ser entendida como tecnologia pró ativa, pois possui ações como não atender somente as legislações legais, mas sim ir além delas, reduzir os custos das matérias primas, reutilizar embalagens e também recursos naturais (BARBIERI,2001; CNTL, 2003).

## 2.5 IMPLANTAÇÃO DA METODOLOGIA PML

De acordo com Silva (2003), a implantação da ferramenta PML contribuiu de maneira significativa para empresas de diversos segmentos como a metalurgia, papel e celulose, construção civil e metal. Foi constatado retorno financeiro de aproximadamente R\$ 100 mil no segmento metalúrgico, R\$ 1 milhão no de papel e celulose e aproximadamente R\$ 90 mil no setor de metal mecânico somente com medidas de pouco investimento propostos pela PML.

Um estudo realizado pela CNTL (2013) em uma empresa do setor alimentício foi constatado um benefício ambiental de aproximadamente R\$ 9 mil com a eliminação de um resíduo implantando um novo sistema de transporte durante o processo, reduzindo o consumo de energia através da individualização das linhas elétricas para a iluminação e adequação das estações de tratamento de efluentes reduzindo o lodo gerado e a energia consumida na estação.

Para a implementação da ferramenta PML é necessário primeiramente haver uma pré-sensibilização do público alvo, como empresários e gerentes, pois é através do comprometimento deles que haverá uma melhora do processo na organização e daí para toda a empresa. Contudo é na visita técnica à empresa, que será realizado a exposição de casos bem sucedidos destacando seus benefícios econômicos e ambientais. Segundo a CNTL (2003), alguns itens devem ser salientados:

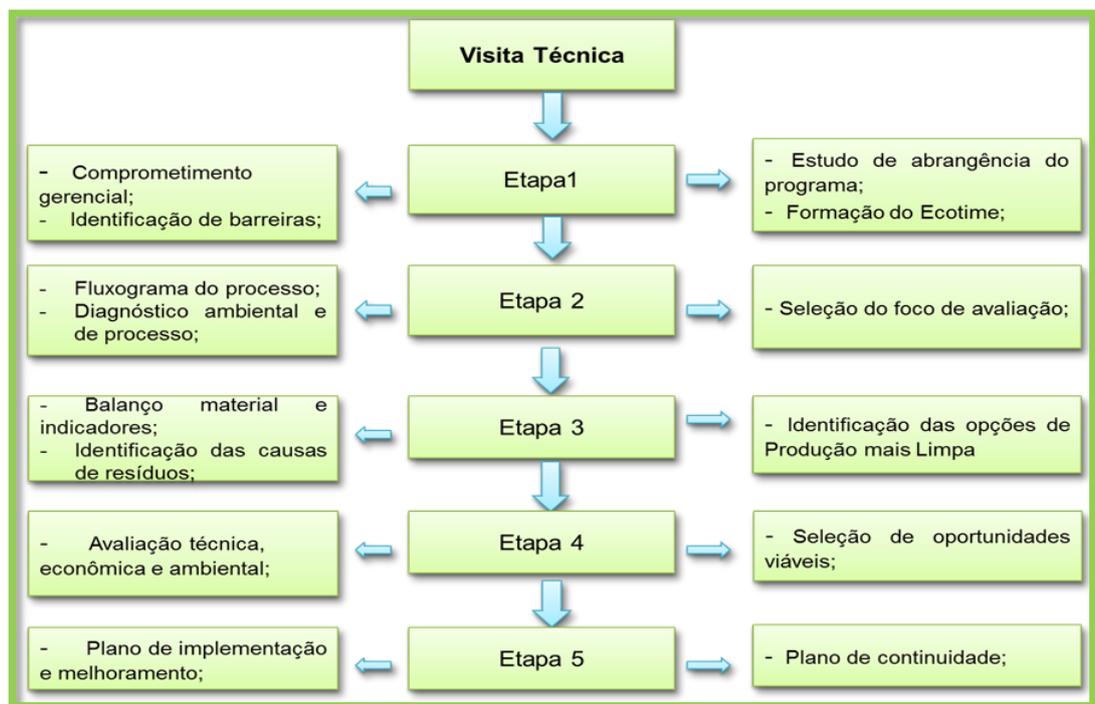
- Reconhecimento da prevenção como etapa anterior às ações de fim de tubo;
- As pressões do órgão ambiental para o cumprimento dos padrões ambientais;

- Custo na aquisição e manutenção de equipamento de fim de tubo;

-Outros fatores relevantes para que o público alvo visualize os benefícios da abordagem PML;

Após a fase de pré-sensibilização dos empresários e gerentes, a organização já pode implementar a ferramenta por meio de uma metodologia própria ou por meio de instituições especializadas em treinamento para a PML (CNTL, 2003).

A implementação dessa ferramenta em um processo produtivo passa por cinco etapas como é ilustrado na figura 1 proposta pelo Centro Nacional de Tecnologia Limpa.



**Figura 1: Passos para a implementação da PML.**

**Fonte: CNTL (2003)**

O principal objetivo da etapa 1 é o comprometimento gerencial sólido para garantir com êxito os resultados. Para isso é necessário identificar as barreiras que a empresa possui referente a implantação e buscar um meio para resolver os problemas identificados além de determinar a amplitude do programa na empresa, isto é, se será implantada em apenas um determinado setor ou por toda a empresa pelo ecotime que é um grupo de profissionais da empresa que tem como objetivo guiar e orientar o Programa PML (CNTL, 2003).

Na etapa 2 é realizada uma análise detalhada de um fluxograma do processo produtivo da empresa, que permitirá a visualização qualitativa de matéria prima, água, energia

e resíduos durante o processo produtivo, sendo assim uma ferramenta estratégica de minimização dos resíduos sólidos, líquidos e gasosos (CNTL, 2003).

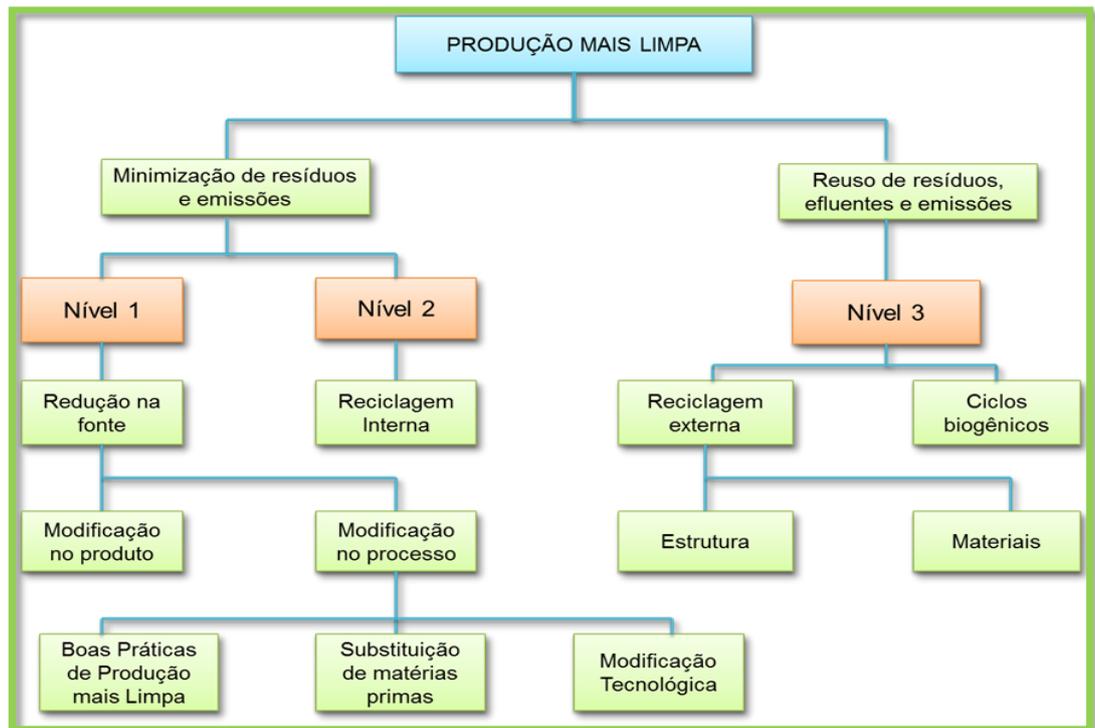
Após a realização do processo qualitativo, o ecotime fará uma pesquisa de dados quantitativos, como por exemplo, quantificação de entradas e saídas, dados da situação ambiental da empresa e dados relacionados à estocagem, armazenamento e acondicionamento (CNTL, 2003).

Contudo todas as informações dos fluxogramas qualitativas e quantitativas são selecionadas para analisar qual atividade ambiental tem mais prioridade no momento (foco em determinada atividade), isto é, qual a atividade é a mais preocupante considerando os regulamentos legais, a quantidade e toxicidade dos resíduos e custos envolvidos (CNTL, 2003).

Na etapa 3 são levantados os dados quantitativos de entradas e saídas mais detalhados nas etapas das atividades com maior prioridade (foco na atividade). Os itens avaliados auxiliam a comparação qualitativa entre dados existentes antes da implementação do Programa PML e os dados levantados pelo próprio Programa (CNTL, 2003).

Em seguida é realizada a identificação das causas da geração de resíduos, o qual são avaliados pelo ecotime a causa dos resíduos produzidos na empresa. Na maioria dos casos são: falta de manutenção preventiva, consumo de água e energia não conferidos, uso de matérias primas abaixo do padrão da qualidade, armazenagem e embalagens inadequadas, foco exagerado no lucro sem preocupação na geração de resíduos e emissões, recursos humanos não qualificados, sem padronização das matérias primas, uso de tecnologias de processos ultrapassados (CNTL, 2003).

De acordo com as causas de geração de resíduos já mencionados, é possível o mesmo passar por três níveis de aplicações tendo como propósito ações da PML. A figura abaixo mostra com mais detalhes os níveis existentes da PML.



**Figura 2: Níveis de aplicação da PML.**  
**Fonte: CNTL (2003)**

O nível 1 é o nível prioritário, pois evita a geração de resíduos e emissões. É o nível onde poderá incluir modificações no do produto quanto no processo (CNTL, 2003).

- Modificação no produto: envolve a aceitabilidade dos consumidores tanto de um produto novo ou renovado. Pode incluir: substituição completa do produto, aumento da longevidade, redução dos números de componentes (CNTL, 2003).

- Modificação no processo: está relacionado todo o sistema e medidas de produção dentro da organização. As medidas podem ser: boas práticas operacionais (*good housekeeping*) que requer na adoção na adoção de procedimentos, técnicas institucionais para a empresa minimizar os resíduos, efluentes e emissões; Substituição de matérias primas que podem afetar a saúde do funcionário e causar um maior aumento de resíduos toxicológicos; Modificação tecnológica geralmente é usada para a modificação do processo (novos equipamentos) e consequentemente para a redução de custos e resíduos (CNTL, 2003).

O nível 2 segundo Silva *et.al* (2009, p.5) deverá ocorrer uma “reintegração do processo produtivo dos resíduos que não puderam ser evitados”. Está relacionado a todos os processos de recuperação de matérias primas, que são feitos dentro da planta industrial (CNTL, 2003).

Silva *et.al* (2009, p.5) refere-se nível 3 a “ adoção de medidas de reciclagem externa ou a deposição de resíduos em local apropriado na impossibilidade de execução dos níveis acima”. Em outras palavras é a recuperação de matérias primas como papel, vidro, apara e a compostagem que é um processo biológico de decomposição de matéria orgânica.

Ao chegar à penúltima etapa de implantação (etapa 4), é realizado uma avaliação técnica, econômica e ambiental das opções PML exaltadas, tendendo a utilização de forma eficiente as matérias primas, água, energia e outros elementos no processo através da não geração, minimização, reciclagem externa e interna. A seleção de atividades possibilita o levantamento das medidas viáveis de acordo com os critérios estabelecidos pelo ecotime (CNTL, 2003).

Na etapa 5 é delimitada a estratégia para a implementação do nível escolhido pela empresa, monitoramento das medidas a serem implantadas, a qual é dividida em quatro estágios: planejamento, implementação, análise e relatório de dados (CNTL, 2003).

Ao serem aplicadas as etapas descritas acima, o Programa PML pode ser considerado como implementado. Contudo é importante criar condições para que o Programa tenha continuidade através da metodologia de trabalho e também sua evolução nas atividades futuras da empresa (CNTL, 2003).

## 2.5 MEDIDAS DE PML

Dentre as principais medidas relacionadas a PML pode-se citar o recebimento e estocagem de produto, economia de água e minimização de efluentes, uso racional de energia e outras medidas que serão explicadas a seguir.

### 2.5.1 Recebimento e estocagem de produtos

Quando a matéria-prima entra na empresa é necessário que a mesma tenha um controle em seu estoque. Avaliar quais são essas matérias-primas e se vieram de acordo com a qualidade e quantidade estabelecida a pedido da empresa.

Para que tenha uma ordem aos produtos recebidos e que não ocorra desperdícios e dano em relação aos manuseios é essencial que haja uma identificação com etiquetas ou outra forma de reconhecimento do produto.

Outra maneira de administração do recebimento dos produtos e matérias primas e a saída do produto final é o *Just in Time* que de acordo com Ohno (1997 *apud* ROSSETTI *et.al*, 2008) “ é um processo de fluxo contínuo, as partes corretas necessárias à montagem alcançam

a linha de montagem no momento em que são necessários e somente na quantidade necessária”.

Utilizando esse método a empresa ganhará em tempo, espaço uma melhor identificação de seus produtos, pois possui todo um planejamento e controle do que entra e do que sai além de evitar desperdícios por perda de espaço, produto e matéria prima.

### 2.5.2 Economia de Água e Minimização de Efluentes

A geração de efluentes é a consequência da água utilizada para a limpeza de produtos que restaram em máquinas e equipamentos relacionados à produção, derramamentos e vazamentos de máquinas, perdas de produtos e seu descarte. Instrumentos como medidores de vazão instalado em cada planta da empresa evita desperdícios e possíveis vazamentos.

Outra maneira para a economia da água seria realizando o “balanço de massa” em que é possível comparar dados do que entra e do que sai de água. Reconhecendo as divergências entre os resultados obtidos a empresa terá o conhecimento de suas perdas através de vazamentos e de mau uso (CETESB, 2013).

### 2.5.3 Embalagens

As embalagens se configuram como um dos principais impactos ocasionados pelas indústrias, em função da diversidade de materiais que as compõem: caixas de papel/papelão, frascos, potes, sacos ou galões de plásticos, tambores, latas, rótulos entre outros. Estes possuem a finalidade de acomodar as matérias primas e produtos para que não sofra nenhum dano (CETESB, 2013).

Contudo as embalagens podem ocasionar sérios problemas ambientais, pois muitas delas possuem resto de produtos descartados no envase e uma disposição inadequada. A Lei de Resíduos Sólidos nº 12.305 de 02 de agosto de 2010 menciona as diretrizes relacionadas ao gerenciamento de resíduos, incluindo os perigosos, as responsabilidades dos geradores e poder público. Assim as empresas se obrigam a reduzir seus resíduos.

Possuem casos que é realizado a reutilização ou reciclagem, entretanto a indústria deve levar em consideração as operações envolvidas, isto é, a forma que garanta a integridade do meio ambiente (CETESB, 2013).

### 2.5.4 Uso racional de Energia

Toda planta industrial é consumidora de energia, pois existem vários equipamentos para diversas finalidades como compressores de ar, motores, caldeiras e outros materiais

necessários para diversos usos. É de extrema importância que cada planta da empresa tenha energia aprimorada, isto é, sistema de iluminação e ventilação naturais (CETESB, 2013).

Outro fator importante que deve-se levar em consideração é a aquisição de novos equipamentos e suas energias gastas para que futuramente haja uma redução significativa da mesma o que por consequência irá trazer benefícios econômicos para a empresa.

#### 2.5.5 Outras Medidas

Outras medidas importantes da PML para a redução dos impactos ambientais e gastos financeiros, conforme CETESB (2003) são:

- Substituições de matérias primas: utilizar matérias primas que sejam mais eficientemente utilizadas, sem desperdícios (mesmo que acarrete maior preço de compra), utilizar matérias primas que não agridam o meio ambiente dentre outras.
- Reduções de emissões gasosas (manuseio adequado das caldeiras): utilização de combustível da caldeira que não emitam gases poluentes e não necessitem de filtros.
- Uso correto dos solventes: utilização de solventes a base d água.
- Utilização de embalagens ecológicas: utilização de embalagens biodegradáveis, embalagens que possam ser recicladas ou reaproveitadas.
- Reuso e reciclagem interna de subprodutos: aproveitamento de resíduos dentro do processo produtivo para produção de novos produtos, reutilização de embalagens dentro da empresa.

### 3 METODOLOGIA

Do ponto de vista dos objetivos propostos, esta pesquisa se classifica como um estudo exploratório, que segundo Andrade (1998) é um dos caminhos para se buscar maiores informações sobre um determinado assunto.

Como o foco deste estudo foi identificar as ações que a PML pode acarretar para as indústrias de alimentos, os participantes do estudo foram gestores da área ambiental que trabalham nas empresas da área de alimentos envolvidas na pesquisa.

Para tanto, a coleta de dados ocorreu em dois momentos distintos. No primeiro momento ocorreu a aplicação de um questionário (APÊNDICE 1), que visou a identificação das empresas que apresentavam, na ocasião, desenvolvimento de ações ligada à Produção Mais Limpa, ou que desenvolviam ações que se aproximavam desta metodologia. Foram envolvidas neste levantamento inicial 10 empresas, cuja seleção se deu intencionalmente, em função de seu destaque na área de alimentos e da representatividade que estas empresas possuem na região (área de bebidas, carnes, massas, laticínios, farinhas, emulsificantes biscoitos). Os critérios de escolha das empresas foram o seu porte, localização e acessibilidade.

Primeiramente foram feitas ligações as empresas para obter um contato com os responsáveis ambientais para que participassem e ajudassem de algum modo na pesquisa, entretanto a maioria não estava disposta e também não eram autorizadas pelos seus superiores. Contudo a pesquisadora teve que mudar várias vezes de empresas, e esperar as respostas para continuar a pesquisa, com isso houve uma espera de oito meses.

Nove das dez empresas responderam ao questionário. A partir da avaliação dos resultados 3 empresas foram selecionadas de acordo com os seguintes critérios: o porte da empresa, preocupação ambiental, disponibilidade dos responsáveis ambientais em participar da segunda fase da pesquisa e localização para a pesquisadora ir até a empresa. Assim, o segundo momento da coleta de dados foi caracterizado pela entrevista estruturada (APÊNDICE 2) e ocorreu junto aos gestores das 3 empresas selecionadas. As áreas de atuação das empresas foram: cervejaria, chocolate e biscoito e massas.

Em relação à entrevista estruturada Gil (1999, p. 121) indica que “a entrevista estruturada desenvolve-se a partir de uma relação fixa de perguntas, cuja ordem e redação permanece invariável para todos os entrevistados, que geralmente são em grande número”. Esse método de aplicação engloba entrevistadores que contribui ao pesquisador com

informações pertinentes ao seu questionário. Entretanto é importante salientar que o pesquisador deve estar atento para que o entrevistador não influencie as respostas e somente as reproduza (GIL, 1999).

Para a realização das entrevistas os contatos com os gestores foram por meio telefônico para poder marcar as entrevistas com os mesmos. A partir daí a pesquisadora foi até a empresa para obter informações para seu trabalho. Somente uma empresa pediu uma carta de solicitação referente as informações que estava dando.

Os resultados e a análise dos dados levantados nas duas etapas são apresentados no item que segue.

#### **4 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

A finalidade do instrumento de pesquisa foi realizar um diagnóstico inicial da Gestão Ambiental realizada pela empresa, questionando inicialmente a presença de um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) e demais ferramentas e destinação dos resíduos gerados.

Os resultados obtidos referentes a cinco perguntas do questionário estão demonstradas no quadro 3.

Empresa	1. Existência de SGA	2. Atividades/ Ferramentas do SGA	3. Gerenciamento de resíduos	4. Tratamento dos rejeitos	5. Ações para eliminar os resíduos e seus resultados
<b>A</b>	Sim.	Software para consulta de legislação ambiental	Sim	Tratamento de efluentes “lodo ativado”	Projeto de redução de embalagem. Redução de 7 ton./mês
<b>B</b>	Em fase de implantação	Consulta das Normas 14001 e 9001	Possui um inventário	Em fase de implantação de novas metodologias	Substituição de equipamento proporcionando redução dos resíduos
<b>C</b>	Não.	Não possui	Programa de Gerenciamento de resíduos sólidos	Empresa terceirizada	Redução de perdas de produção, instalação de filtros e equipamentos
<b>D</b>	Sim.	Avaliação de aspectos e Impactos; Padronização de suas atividades.	Realiza um inventário de resíduos.	Redução de rejeitos, reutilização e reciclagem	Redução da quantidade de resíduos gerados na produção.
<b>E</b>	Sim.	Sistema AMBITO	Inventário de todos os resíduos	Tentam minimizar os resíduos na fonte geradora	Implantação da logística reversa e <i>Up Cycling</i> de vários materiais
<b>F</b>	Sim.	Coleta Seletiva, 5S, APIR (Análise, Perigos, Impactos e Riscos – planilha que auxilia na avaliação de aspectos e impactos ambientais significativos)	Inventário de resíduos	Área dedicada a disposição de rejeitos	Programa de sugestões de melhorias que trouxeram resultados tangíveis e intangíveis
<b>G</b>	Não.	Manual de gerenciamento de resíduos	Sim.	Controle terceirizado	Somente conscientização dos funcionários
<b>H</b>	Sim.	Não	Plano de Gerenciamento de resíduos	Estação de tratamento aeróbio e anaeróbio	Em fase de elaboração de um projeto de sustentabilidade
<b>I</b>	Não.	Gerenciamento de Resíduos	Sim. Emissão zero e lagoa de tratamento	Lagoa de tratamento aeróbio e anaeróbio	Emissão Zero

**Quadro 3: Respostas do primeiro questionário.**  
**Fonte: Autora.**

Conforme os resultados pode-se observar que as empresas A, D, E e F possuem ações ambientais tangíveis como a existência de um SGA, bem como ferramentas que dão o suporte necessário ao seu funcionamento e um gerenciamento de seus resíduos em relação a

reduzir, tratar e eliminá-los. A empresa H mesmo não possuindo uma ferramenta específica de SGA possui um Plano de Gerenciamento de Resíduos e em fase de elaboração de um projeto voltado à sustentabilidade. Como destaque tem-se a empresa A que possui um projeto que está em andamento de reduzir as embalagens de um determinado produto para 7 toneladas/mês de resíduos não recicláveis.

De maneira geral, pode-se dizer que as empresas estão mais preocupadas com as questões ambientais, visto que, mesmo algumas não possuindo um SGA ou ferramenta específica para Gestão Ambiental, possuem ações específicas para o gerenciamento de resíduos (empresas C, G e I) como Programas Específicos de Gerenciamento de Resíduos (empresa C) e Programa de Emissão Zero (empresa I). Além do que, a legislação atual é mais rigorosa e exigente na área do meio ambiente a começar pela exigência do Inventário de Resíduos (CONAMA, 2002) e o próprio licenciamento ambiental que incute várias exigências em relação ao cuidado com o meio ambiente como a forma de eliminação e/ou tratamento de seus efluentes e outros mecanismos de redução de resíduos sólidos, líquidos e gasosos.

Após a análise desse diagnóstico inicial, para um estudo mais aprofundado foram selecionadas três empresas (A, D e E). Essa seleção ocorreu tendo como relevância os seguintes itens: o porte da empresa, preocupação ambiental, disponibilidade dos responsáveis ambientais em participar da segunda fase da pesquisa e localização para a pesquisadora ir até a empresa.

Após autorização das empresas foi realizada a segunda etapa da pesquisa utilizando-se do questionário 2 (APÊNDICE 2) para a entrevista semi-estruturada, realizada presencialmente com cada responsável pela área ambiental de cada uma das empresas. Foram elencadas cinco categorias de análise do estudo.

Conforme abordado no referencial teórico, para a implantação da ferramenta PML, são necessárias cinco etapas, com o foco na identificação das causas da geração de resíduos onde na maioria dos casos são a falta de manutenção preventiva, consumo de água e energia não conferidos, uso de matérias primas abaixo do padrão da qualidade, armazenagem e embalagens inadequadas, foco exagerado no lucro sem preocupação na geração de resíduos e emissões, recursos humanos não qualificados, sem padronização das matérias primas, uso de tecnologias de processos ultrapassados (CNTL, 2003). Visando identificar esses pressupostos, as questões elencadas na entrevista semi-estruturada foram elaboradas e os resultados a seguir foram expostos com o propósito principal de identificar as práticas compatíveis à PML.

#### 4.1 APLICAÇÃO DA FERRAMENTA PRODUÇÃO MAIS LIMPA

Nenhuma das três empresas possui a implantação da ferramenta PML. Entretanto a empresa E possui o sistema 6 Sigma onde várias áreas trabalham dentro da produção para evitar perdas, como por exemplo, energia , produção, mão de obra, acidentes de trabalho, etc, ou seja, atividades voltadas para a redução de perdas, seja de produto ou de energia.

Em relação às atividades como redução de resíduos na fonte, reciclagem interna e externa, as empresas A e D fazem somente a reciclagem externa, onde todos os resíduos sólidos são enviados para empresa de reciclagem terceirizada ou enviados para aterro industrial de acordo com a exigência legal (CONAMA, 2002).

A empresa E realiza os três tipos de atividades. Na redução de resíduos na fonte existem engenheiros de produção que fazem todas as mensurações diretas nas máquinas para realizar os ajustes a fim de que não ocorram desperdícios. Na reciclagem interna, quando os resíduos não estão contaminados, estes podem retornar ao processo para produção de novos produtos, não havendo desta forma, perda de produto e redução no uso de matéria prima. Quanto à reciclagem externa, somente são enviados para esse fim quando os produtos são reprovados, sendo utilizados para produção de ração animal e compostagem.

Em relação ao trabalho com os funcionários sobre questões ambientais, as empresas A, D e E fazem conscientização ambiental quando o funcionário entra na empresa, contudo a responsável ambiental da empresa A relata que a organização realiza a conscientização ambiental anualmente depois que o funcionário já está inserido. Já a empresa E existem líderes que acompanham novos funcionários durante a adaptação.

As três empresas possuem supervisão em relação aos funcionários, se os mesmos estão realizando suas atividades de maneira correta de acordo com as normas da empresa a fim de evitar desperdícios das matérias primas e energia no processo.

#### 4.2 RECEBIMENTO E ESTOCAGEM DO PRODUTO

As três empresas possuem um controle específico para a estocagem do produto através do método *Just in Time*. Como explicitado no referencial teórico, é um método de fluxo contínuo, onde a matéria prima chega no momento certo e a saída do produto final também sai no momento estipulado para que assim não haja acúmulo de produtos nos estoques e perda de matérias primas.

#### 4.3 ECONOMIA DE ÁGUA E MINIMIZAÇÃO DE EFLUENTES

Ambas as empresas pesquisadas tem uma preocupação em relação à economia de água e minimização de efluentes, havendo um medidor de vazão de água como um controle na quantidade de água nos processos das empresas através do balanço de massa específico para o consumo de água. Isto porque todas elas utilizam parte da água do processo oriundas da companhia de abastecimento de água do município, ou seja, pagam pela água utilizada. A empresa E chega a utilizar 95% da água da companhia de abastecimento. É de interesse econômico, desta forma, reduzir ao máximo o desperdício de água dentro das empresas.

O controle para a minimização dos efluentes é importante a fim de reduzir principalmente o consumo de água e o resíduo final (lodo) gerado do processo de tratamento. Todas as empresas possuem esse foco reduzindo ao máximo a água do efluente para tratamento. A empresa E possui um projeto onde o efluente tratado retornará ao processo para refrigeração de parte dos equipamentos. Já a empresa A além da redução da água para o efluente possui um projeto para redução da carga orgânica do efluente como a engenharia de processo, onde é realizado a troca de equipamentos (medidores de vazão entre outros) quando necessário.

#### 4.4 EMBALAGEM

As embalagens utilizadas no processo, tanto para recebimento de matérias primas como no produto final acarretam em grande volume de resíduos sólidos gerados. Com a promulgação da lei nº 12.305 sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010), as empresas se obrigaram a reduzir ao máximo os resíduos sólidos gerados além da preocupação em pesquisar embalagens mais ecologicamente corretas.

A pesquisa concretizou a afirmação anterior, visto que as três empresas se preocupam em receber as matérias primas em embalagens que proporcionem menos volume de resíduo gerado (*Big bags*). Somente as matérias primas em menor volume chegam em caixas de papelão ou plásticos que são enviadas para reciclagem externa. Além disso, dentro do permitido na área de alimentos, as embalagens terciárias e secundárias são reutilizadas dentro do processo para disposição de resíduos sólidos (empresa A).

Para a embalagem do produto final, ainda existe certa limitação para utilização de embalagens mais ecologicamente corretas em relação a materiais utilizados, pois estes ainda

acarretam num acréscimo considerável no valor do produto final. Por isso, como relata a empresa E, somente o valor da embalagem é levado em consideração no momento da cotação para compra da embalagem.

A empresa A como relatado no questionário 1, dentro deste quesito abordado nesta etapa da pesquisa, trabalha com um projeto de redução de embalagens o qual proporcionou à empresa uma redução de 7 toneladas ao mês em resíduos sólidos gerados pela empresa, sendo uma prática clara de PML realizada.

#### 4.5 USO RACIONAL DE ENERGIA

Como explicitado no referencial teórico, os vários equipamentos utilizados no processo industrial são responsáveis por grande consumo de energia gasto pela empresa, como as caldeiras, compressores de ar e outros motores diversos, sendo o seu uso controlado, um fator importante na redução do gasto final de energia. Além do consumo pelos equipamentos, é de suma importância um projeto da planta industrial que aproveite ao máximo o uso da energia natural, refletindo na redução do consumo de energia utilizada para iluminação ou ventilação da empresa (CETESB, 2013).

Os dados obtidos em relação ao gasto de energia pelas empresas, relacionados aos itens citados anteriormente estão elencados no quadro a seguir (quadro 4).

<b>Empresas/ Uso Racional de Energia</b>	<b>A</b>	<b>D</b>	<b>E</b>
<b>Presença de medidor de vazão do ar comprimido</b>	Sim	Sim	Sim
<b>Manutenção preventiva periódica dos equipamentos</b>	Plano de ação (troca de equipamentos).	Manutenção preventiva (termografia em equipamentos que identifica o aquecimento em excesso).	É realizado estudos com os engenheiros das áreas e os equipamentos antigos são mantidos uma periodicidade de manutenção preventiva.
<b>Iluminação Ambiente</b>	Utiliza sensores somente no banheiro.	Utiliza energia fotovoltaica em parte da empresa.	Utiliza energia fotovoltaica.
<b>Ventilação ambiente</b>	Ar condicionado	Ar condicionado	Ar condicionado
<b>Combustível da Caldeira</b>	Lenha, cavaco e GLP (gás liquefeito de petróleo).	É utilizado gás natural e biogás.	É utilizado gás natural e energia elétrica.
<b>Controle de emissão de resíduo da caldeira</b>	Existe um controle de umidade e granulometria.	Não são necessários	Não são necessários.
<b>Compressores de ar comprimido</b>	Não utilizam por motivo de segurança	A energia gasta é significativa	A energia gasta é significativa
<b>Motores</b>	Movidos a energia elétrica	Movidos a energia elétrica.	Movidos a energia elétrica.

**Quadro 4: Uso de energia pelas empresas pesquisadas**  
**Fonte: Autor.**

O fato das empresas serem de grande porte e de uma representatividade econômica, faz com que o investimento na aquisição de equipamentos mais modernos e consequentemente menos impactantes ao meio ambiente, além de modificações na estrutura da planta industrial, sejam mais viáveis. Isto foi nítido nas três empresas pesquisadas onde foram observados equipamentos mais modernos, iluminação e ventilação ambientes melhores aproveitados e com instalações melhoradas além da própria conscientização dos próprios gestores e funcionários preocupados com a redução no consumo de energia.

Neste item de uso racional de energia a empresa E foi a que mais se destacou, pois realiza praticamente todos os itens questionados. Somente em relação ao uso de compressores de ar comprimido é que se pode dizer que necessita de maiores estudos para que seja melhorado o gasto desse tipo de equipamento, pois foi considerada significativa a quantidade de energia gasta.

Itens expressivos para a redução no uso de energia foram a utilização da energia fotovoltaica e a utilização de gás natural e biogás como combustíveis da caldeira. Nota-se a preocupação em utilizar e aproveitar fontes naturais com o intuito principal de economizar, mas que levam consequentemente na redução de resíduos poluentes lançados ao meio

ambiente. A redução no gasto é clara quando se nota pelo quadro 4 onde nenhuma delas precisa investir no uso de filtros na caldeira e assim não se preocupam em controlar ou tratar estes filtros que depois de uso necessitam de tratamento especial.

As empresas D e E, possuem metas específicas de melhoria contínua em relação à redução no consumo de energia, assim, todo ano estas necessitam melhorar processos e equipamentos a fim de obterem êxito neste quesito. Pelo que se observa nas respostas obtidas, o uso de motores e de compressores de ar comprimido mais econômicos em energia é uma meta a ser almejada.

#### 4.6 SINTESE DOS RESULTADOS

Após estudo sobre o tema da pesquisa, foi possível constatar um grande número de artigos e livros que tratam sobre a PML existindo, inclusive uma instituição responsável pela consultoria na área no Brasil que é o SENAI através da CNTL- Centro Nacional de Tecnologias Limpas. A PML se mostrou uma ferramenta que proporciona um benefício financeiro significativo para indústria no setor alimentício (CNTL, 2013) como também para outros segmentos (metalúrgico, papel e celulose, construção civil, etc) (SILVA, 2003).

Com relação às práticas compatíveis à PML os dados estão sintetizadas no quadro 5 a seguir:

EMPRESA	PRÁTICAS COMPATÍVEL À PML
<b>A</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Acompanhamento e supervisão dos funcionário para evitar desperdícios no processo produtivo;</li> <li>- Controle de estoque por método <i>Just in Time</i>;</li> <li>- Controle de gasto de água por medidores de vazão;</li> <li>- Minimização do efluente gerado;</li> <li>- Redução no uso de embalagens para recepção da matéria prima;</li> <li>- Otimização da energia para iluminação ambiente com a instalação de sensores de presença.</li> </ul>
<b>D</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Trabalho periódico de conscientização ambiental com funcionários;</li> <li>- Acompanhamento e supervisão dos funcionários para evitar desperdícios no processo produtivo;</li> <li>- Controle de estoque por método <i>Just in Time</i>;</li> <li>- Controle de gasto de água por medidores de vazão;</li> <li>- Minimização do efluente gerado;</li> <li>- Redução no uso de embalagens para recepção da matéria prima;</li> <li>- Manutenção preventiva dos equipamentos;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalação de energia fotovoltaica;</li> <li>- Substituição de combustíveis fósseis mais poluentes por combustíveis menos poluentes na Caldeira.</li> </ul>
<b>E</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Implantação de programa (<i>6 Sigma</i>) para evitar perdas no processo;</li> <li>- Estudos contínuos para redução de resíduos na fonte;</li> <li>- Reciclagem interna com aproveitamento de resíduos no processo;</li> <li>- Reciclagem externa para compostagem e produção de ração animal;</li> <li>- Trabalho periódico de conscientização ambiental com funcionários;</li> <li>- Acompanhamento e supervisão dos funcionários para evitar desperdícios no processo produtivo;</li> <li>- Controle de estoque por método <i>Just in Time</i>;</li> <li>- Controle de gasto de água por medidores de vazão;</li> <li>- Minimização do efluente gerado;</li> <li>- Redução no uso de embalagens para recepção da matéria prima;</li> <li>- Manutenção preventiva dos equipamentos;</li> <li>- Instalação de energia fotovoltaica;</li> <li>- Substituição de combustíveis fósseis mais poluentes por combustíveis menos poluentes na Caldeira.</li> </ul>

**Quadro 5: Práticas compatíveis à PML nas empresas pesquisadas**

**Fonte: Autora.**

Os resultados obtidos mostram que a PML é uma ferramenta que engloba muitos resultados positivos tanto economicamente quanto ambientalmente para empresa. É uma metodologia preventiva para as indústrias e muito complexa, pois precisa de recursos financeiros e de pessoas capacitadas. As empresas estudadas apresentam apenas algumas ações da PML e não a metodologia como um todo. Por mais que as empresas tenham resultados positivos realizando somente algumas ações, nenhuma delas possui a intenção de adotar inteiramente essa ferramenta, pois possuem outras ferramentas e normas ambientais.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Programa Produção mais Limpa é complexo, pois é necessário primeiramente uma visão diferenciada do que antigamente se propunha em relação a poluição ambiental, onde o foco era somente tratar e não preveni-los e evitá-los como é o caso dessa ferramenta. E isso deve partir primeiramente e principalmente pelos gestores de cada organização e não diferentemente de outros programas, exige investimento, tanto econômico como de pessoal e tempo.

A inclusão da variável ambiental nas atividades de uma empresa faz com que se estabeleçam determinadas práticas específicas, de acordo com seu processo produtivo que deve ser analisado qualitativamente e quantitativamente para que assim possa evitar e diminuir os resíduos, reciclá-los e reaproveitá-los, devendo este ser um processo contínuo, mas que traz benefícios tangíveis e intangíveis a toda empresa que se dispõe a este trabalho.

Das indústrias pesquisadas nenhuma delas possui a implantação do Programa PML, entretanto utilizam várias práticas importantes que contribuem para as organizações pesquisadas benefícios significativos como, redução de custos referente a água, energia, embalagens o que geram diminuição de gastos e recursos naturais.

Foram observadas ações compatíveis à PML nas três empresas selecionadas, como a conscientização e supervisão dos funcionários em suas atividades para evitar desperdícios, controle de estoque, estudos contínuos para redução na fonte, energia fotovoltaica, eliminação de resíduos advindos da caldeira a partir da substituição de combustíveis fósseis altamente poluentes por gás natural, biogás e energia elétrica que eliminam os resíduos gasosos. A da redução de resíduos de embalagens advindos de transporte de matérias primas, busca por eficiência energética através de troca de equipamentos e controle de energia e também garantir segurança e saúde dos colaboradores no ambiente de trabalho.

Ao final, como experiência pessoal e profissional não poderia deixar de relatar a importância deste trabalho no crescimento e amadurecimento pessoal. Visto que muitos desafios foram encontrados durante este trabalho, como a dificuldade no acesso às empresas, porém a paciência, perseverança e a capacidade de persuasão foram essenciais para que os resultados aqui relatados fossem obtidos.

## REFERENCIAS

ANDRADE, Maria margarida de. **Como preparar trabalho para cursos de pós graduação: noções praticas.** 7.ed. São Paulo: Atlas, 2008.

BARBIERI, Carlos José. **Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos.** 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2011.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 430.** Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente- CONAMA. Diário oficial da União, Brasília, 13 de maio de 2011. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res11/propresol\\_lanceflue\\_30e31mar11.pdf](http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res11/propresol_lanceflue_30e31mar11.pdf)> Acesso em: 07 de ago. 2013.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 003 de 28 de junho de 1990.** Disponível em: <[http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/conama\\_03\\_90\\_padroes\\_de\\_qualidade\\_do\\_ar.pdf](http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/conama_03_90_padroes_de_qualidade_do_ar.pdf)> Acesso em : 07 de ago. 2013.

BRASIL. **Presidência da República Casa Civil.** Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos altera Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 e dá outras providências. Lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm)> Acesso em: 07 de ago.2013.

CETESB- Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental. **Cervejas e Refrigerantes: Série Produção mais Limpa.** São Paulo, 2005. 58f. Disponível em: <[http://www.cetesb.sp.gov.br/tecnologia/producao\\_limpa/documentos/cervejas\\_refrigerantes.pdf](http://www.cetesb.sp.gov.br/tecnologia/producao_limpa/documentos/cervejas_refrigerantes.pdf)> Acesso em: 03de abr. de 2009.

CETESB- Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental. **Guia Técnico Ambiental da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos: Por uma Produção mais Limpa.** São Paulo,2013. 68 f. Disponível em: <[http://www.cetesb.sp.gov.br/tecnologia/producao\\_limpa/documentos/higiene.pdf](http://www.cetesb.sp.gov.br/tecnologia/producao_limpa/documentos/higiene.pdf)> Acesso em: 11 de jan. de 2013.

CETESB- Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental. **Guia Técnico Ambiental da Indústria de Produtos Lácteos: Série P+L.** São Paulo, 2008. 95f. Disponível em: <[http://www.cetesb.sp.gov.br/tecnologia/producao\\_limpa/documentos/laticinio.pdf](http://www.cetesb.sp.gov.br/tecnologia/producao_limpa/documentos/laticinio.pdf)> Acesso em: 05 de jun. de 2010.

CNTL- Centro Nacional de Tecnologias Limpas. **Implementação de Programas de Produção mais Limpas**. Porto Alegre, 2003. 46f. Disponível em: <[http://www.ifm.org.br/moodle/file.php/19/CNTL\\_guia\\_P\\_L.pdf](http://www.ifm.org.br/moodle/file.php/19/CNTL_guia_P_L.pdf)> Acesso em: 09 de mar. 2012.

CNTL- Centro Nacional de Tecnologias Limpas. **Estudos de Casos**. Setor Alimentício-Irmãos Ruivos LTDA, 2013. Disponível em: < <http://www.senairs.org.br/cntl/>> Acesso em: 15 de abr. 2013.

COELHO, Arlinda C.D. **Avaliação da Aplicação da Metodologia de Produção mais Limpa UNIDO/UNEP no Setor de Saneamento** - Estudo de Caso: EMBASA.S.A. 2004.209f. Dissertação ( Mestrado Profissional em Gerenciamento e Tecnologia Ambiental no Processo Produtivo)- Departamento de Engenharia Ambiental) Universidade Federal da Bahia, 2004. Disponível em: <[http://www.teclim.ufba.br/site/material\\_online/dissertacoes/dis\\_arlinda\\_c\\_d\\_coelho.pdf](http://www.teclim.ufba.br/site/material_online/dissertacoes/dis_arlinda_c_d_coelho.pdf)> Acesso em: 02 fev. 2012.

CONAMA- Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 313**. Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais. 29 de out de 2002. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/port/conama/legislacao/CONAMA\\_RES\\_CONS\\_2002\\_313.pdf](http://www.mma.gov.br/port/conama/legislacao/CONAMA_RES_CONS_2002_313.pdf)> Acesso em: 07 de ago.2013.

CORAZZA, R. I. Organizações - Gestão Ambiental e Mudança da Estrutura Organizacional. **Revista de Administração em empresas**, RAE-eletrônica, v.2, n. 2, Jul/Dez 2003. Disponível em:< <http://www.rae.com.br/electronica>> Acesso em: 29 de dez. de 2011.

DIAS, Reinaldo. **Gestão Ambiental: Responsabilidade Social e Sustentabilidade**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 1999.

LEMOS, Ângela.D.C. **A Produção mais Limpa como geradora de inovação e competitividade: O caso da fazenda Cerro do Tigre**.1998.182 f. Dissertação (Mestrado em Administração com ênfase em planejamento e gestão de ciência e tecnologia)- Escola de Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1998. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/2011/000224634.pdf?sequence=1>> Acesso em: 06 de fev. de 2012.

ROSSETTI, Eraidia Kliper *et.al*. Sistema *Just in Time*: Conceitos Imprescindíveis. **Revista Qualit@s**. ISSN -1677 4280.Vol. 7, Nº 2. p.1-6. 2008. Disponível em:

<<http://revista.uepb.edu.br/index.php/qualitas/article/viewFile/268/232>> Acesso em: 22 de jun. 2013.

SEIFFERT, M. E. B. **ISO 14001 sistemas de gestão ambiental: implantação objetiva e econômica**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

SILVA, Gisele Cristina Sena da *et.al.* **Metodologia de checkland aplicada à implementação da produção mais limpa em serviços**. Gest. Prod. Vol. 13. Nº 3. São Carlos Set/Dez-2006. Disponível em:

<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104530X2006000300005#tabel](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104530X2006000300005#tabel)> Acesso em: 19 de março de 2012.

SILVA, Julio Cezar Gomes da *et.al.* **Produção Mais Limpa: uma ferramenta da Gestão Ambiental aplicada a empresas nacionais**. ENEGEP, Minas Gerais. XXIII Encontro Nacional de Eng. de Produção. 21-24 de out. de 2003. Disponível em:

<[http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2003\\_TR1005\\_0001.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2003_TR1005_0001.pdf)> Acesso em: 19 de março de 2012.

SILVA, Rodolfo Benedito *et.al.* **Aplicação da produção mais limpa no processo de purificação de açúcar**. ENEGEP, Rio de Janeiro. XXVIII Encontro Nacional de Eng. de Produção. 13-16 de out. de 2008. Disponível em:

<[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/enegep2008\\_TN\\_STP\\_077\\_542\\_11704\\_000fxga1q2g02wyiv80soht9hb4z0hqy.pdf](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/enegep2008_TN_STP_077_542_11704_000fxga1q2g02wyiv80soht9hb4z0hqy.pdf)> Acesso em: 15 de abr. de 2013.

*UNIDO. Manual on the Development of Cleaner Production Policies- Approaches and Instruments: Guidelines for National Cleaner Production Centres and Programmes. Vienna, 2002. 141 p.*

VALLE, C. E. **Qualidade Ambiental: ISO 14000**. 5. Ed. São Paulo: Senac, 2004.

## APÊNDICE 1 – QUESTIONÁRIO 1

Empresa: \_\_\_\_\_

Responsável pelo preenchimento (área ambiental ou correlata):

\_\_\_\_\_

Cargo: \_\_\_\_\_

Tempo no cargo: \_\_\_\_\_

E-mail: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_\_

- 1) A empresa possui Sistema de Gestão Ambiental?
- 2) A organização utiliza alguma ferramenta de auxílio à gestão ambiental? Se sim: Qual (ais)?
- 3) A organização possui um sistema de gerenciamento de resíduos? Se não: Possui um inventário sobre os tipos de resíduos que produz?
- 4) Que tipo de controle costuma utilizar para o tratamento de seus rejeitos?
- 5) Já implementou ações para bloquear/eliminar a produção de resíduo no ponto onde o mesmo é produzido? Se sim, quais os principais resultados desta ação?

## **APÊNDICE 2 – ENTREVISTA ESTRUTURADA**

### **1 Ferramenta Produção mais Limpa**

1.1 A empresa possui o Programa PML?

1.2 A empresa utiliza algumas das etapas ou níveis da ferramenta PML (redução na fonte, reciclagem interna, reciclagem externa).

1.3 Há formação de uma equipe (ECOTIME), conscientização, treinamento dos funcionários em relação às questões ambientais para cada setor da empresa.

1.4 Existe uma supervisão em relação aos funcionários se os mesmos estão fazendo de maneira correta.

### **2 Recebimento e estocagem do produto**

2.1 Existe um controle de recebimento de entradas e saídas de matérias primas e produtos (Just Time)?

### **3 Economia de água e minimização de efluentes**

3.1 Existe um medidor de vazão de água?

3.2 Existe um controle na quantidade de água utilizada nos processos e no descarte de todo o efluente gerado pela empresa (balanço de massa)?

3.3 Qual o tipo de tratamento de efluentes a empresa realiza?

3.4 Existe uma preocupação e um controle para redução seja no volume ou na quantidade de resíduos do efluente?

### **4 Embalagem**

4.1 Qual(is) tipos de embalagem são recebidos as matérias primas?

4.2 A empresa se preocupa em receber as matérias primas em embalagens que agridam menos o ambiente, como por exemplo receber matérias primas em “bags”, em embalagens que possam ser retornáveis ou reaproveitáveis?

4.3 As embalagens dos produtos (seja a primária, secundária ou terciária) são pensando em materiais mais ambientalmente corretos?

4.4 A empresa reutiliza as embalagens em processo produtivo?

### **5 Uso racional de energia**

5.1 Existe um controle (medidor – máquina) para controlar o gasto de energia da empresa?

5.2 Os equipamentos da empresa são adquiridos ou regulados (manutenção periódica) a fim de reduzir o consumo de energia?

- 5.3O sistema de iluminação da empresa é feito visando a redução de energia?
- 5.4 É feito o aproveitamento da luz natural?
- 5.5 Como funciona o sistema de ventilação?
- 5.6 Na empresa são utilizadas caldeiras? Quantas?
- 5.7 Qual tipo de combustível utilizado no funcionamento das caldeiras?
- 5.8 Existe um controle (p.ex. filtros) para evitar a emissão de resíduos da caldeira?
- 5.9 Em relação ao superaquecimento das caldeiras existe alguma proteção (válvulas de biomassa).
- 5.10 A empresa utiliza muitos compressores e linhas de ar comprimido?
- 5.11 O consumo de energia dos compressores é muito alto pela empresa?
- 5.12 Há um controle de manutenção e controle na eficiência dos compressores a fim de reduzir o consumo de energia dos mesmos?
- 5.13 Os motores dos equipamentos utilizados são elétricos a diesel, gasolina, energia elétrica ou algum outro tipo de energia?
- 5.14 Existe uma manutenção preventiva nos motores utilizados pela empresa?