

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DA
PRODUÇÃO**

Emerson Douglas Pacheco

**PRÁTICAS DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA
NUM FABRICANTE DE ELETRODOMÉSTICOS
DO SETOR DE LINHA BRANCA**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia da Produção.

Orientadora: Prof.^a, Dr.^a Lucila Maria de Souza Campos.

Florianópolis

2013

Catálogo na fonte elaborada pela biblioteca da
Universidade Federal de Santa Catarina

A ficha catalográfica é confeccionada pela Biblioteca Central.

Tamanho: 7cm x 12 cm

Fonte: Times New Roman 9,5

Maiores informações em:

<http://www.bu.ufsc.br/design/Catalogacao.html>

Emerson Douglas Pacheco

**PRÁTICAS DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA NUM FABRICANTE
DE ELETRODOMÉSTICOS DO SETOR DE LINHA BRANCA:
UM ESTUDO DE CASO**

Esta Dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de “Mestre em Engenharia da Produção”, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 29 de Fevereiro de 2013.

Prof. Antonio Cezar Bornia, Dr.

Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

Prof.^a Dr.^a Lucila Maria de Souza Campos,
Universidade Federal de Santa Catarina
Orientadora

Prof. Paulo Augusto Cauchick Miguel, PhD
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Fernando Soares Pinto Sant’Anna,
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Sidnei Vieira Marinho,
Universidade do Vale do Itajaí

Dedico este trabalho à minha família que me apoiou em todos os momentos difíceis e aos mestres que dedicaram tempo e conhecimento para minha capacitação possibilitando a realização deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela oportunidade de evolução.

Ao meu pai Pedro Pacheco (em memória), mãe Odília Pacheco, pela oportunidade da vida, pela educação e exemplos.

A minha esposa Karla, filha Izadora, pelo apoio e entendimento da ausência em determinados momentos.

A Professora Lucila Maria de Souza Campos por sua parceria, dedicação, orientação e por me incentivar à pesquisa.

Ao Professor Paulo Augusto Cauchick Miguel por sua dedicação e orientação.

Ao Departamento de Engenharia de Produção da UFSC e professores, pelo apoio e orientação.

Aos profissionais da empresa onde se deu este trabalho, pelo total apoio, interesse e participação no desenvolvimento.

Aquilo que vem de fora toca-nos na periferia, mas não penetra no interior da cidadela. Aquilo que fazemos, porém, alcança o núcleo do nosso ser.

(Paulo Geraldo)

RESUMO

A Produção mais Limpa tem ganhado significativa atenção das Empresas de Manufatura como uma estratégia pró-ativa em relação à gestão de meio ambiente, possibilitando a geração de benefícios tanto ambientais como econômicos. No entanto, ainda são escassas as publicações no setor que desempenha um papel importante no cenário econômico nacional, o Setor de Eletrodomésticos de Linha Branca. Nesse contexto, o presente trabalho objetiva analisar as principais práticas de Produção Mais Limpa (P+L) nos processos produtivos de um fabricante do setor de eletrodomésticos de linha branca, mais especificamente no desenvolvimento de novos processos de fabricação de refrigeradores e na gestão dos processos fabris atuais. Por meio da aplicação de uma survey de avaliação do nível de absorção da produção mais limpa na empresa estudada, observou-se que a empresa em questão apresenta um engajamento significativo com a P+L, entretanto, há grandes oportunidade de implantação de projetos de P+L com a redução de barreiras organizacionais que dificultam a realização de novas implementações. Através da criação de um protocolo de identificação de práticas de Produção mais Limpa e da análise detalhada destas, o trabalho consolidou uma lista de práticas que pode ser uma referência para o setor, tais como a substituição de antigas linhas de pintura, o reaproveitamento da água de estação de tratamento de efluentes, a mudança no tratamento de chapas metálicas, entre outros. Com enfoque na melhoria do nível de implementação da Produção mais Limpa na empresa em questão, uma lista de barreiras foi capturada e comparada com a literatura existente, servindo de referência para o setor e para trabalhos futuros. Por fim, como recomendação de futuros estudos, sugere-se a Avaliação do Nível de Absorção da Produção mais Limpa em outras organizações do mesmo setor, possibilitando o estabelecimento de um panorama da P+L na indústria nacional de Eletrodomésticos de Linha Branca..

Palavras-chave: Produção mais Limpa. Práticas de Produção mais Limpa. Setor de Linha Branca.

ABSTRACT

The Cleaner Production has gained significant attention of Manufacturing Enterprises as a proactive strategy for the management of the environment, allowing the generation of both environmental and economic benefits. However, there are insufficient publications in the sector that plays an important role in national economic scenario, the Sector of Household Appliances. In this context, this paper aims to analyze the main practices of Cleaner Production (CP) in the production processes of a manufacturer in the industry of white goods, more specifically in the development of new manufacturing processes and management of current manufacturing processes of refrigerators. Through the application of a survey to assess the level of uptake of cleaner production in the company studied, it was observed that the company in question has a meaningful engagement with the CP, however, there is great opportunity to implement Cleaner Production projects with the reduction of organizational barriers that hinder the realization of new implementations. By creating a protocol for identifying cleaner production practices and detailed analysis of these, this work has consolidated a list of practices that can be a reference for the sector, such as the replacement of old paint lines, the water reuse treatment plant effluent, the change in the treatment of metal plates, among others. With a focus on improving the level of implementation of Cleaner Production in the company in question, a list of barriers was captured and compared with the existing literature, serving as a reference for the sector and for future work. Finally, as a recommendation for future studies, we suggest the evaluation of Cleaner Production uptake in other organizations in the same sector, allowing to obtain an overview of the CP in the National Industry of Household Appliances.

Keywords: Cleaner Production. Cleaner Production Practices. Household appliances. White Line.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Elementos essenciais da estratégia de Produção Mais Limpa.....	34
Figura.2 – Produção mais limpa em relação aos demais conceitos de gerenciamento ambiental.....	35
Figura 3 – História e evolução da Produção Mais Limpa.....	38
Figura 4 – Processos de internalização de conceitos da P+L.....	48
Figura 5 – Práticas da P+L.....	48
Figura 6 – Estratégia Integrada de Prevenção da Poluição.....	50
Figura 7 – Etapas do Desenvolvimento do Trabalho.....	73
Figura 8 – Gabinete e suas partes isoladas.....	77
Figura 9 – Porta e seus componentes isolados.....	78
Figura 10 – Sistema de Refrigeração de um Refrigerador e suas partes isoladas.....	79
Figura 11 – Organograma do departamento de Manufatura de Refrigeradores.....	80
Figura 12 – Unidades de Análise.....	90
Figura 13 - Histograma do Nível de Absorção da P+L.....	93
Figura 14 – Nível de Conscientização da P+L por Respondente.....	94
Figura 15 – Nível de Gerenciamento da P+L por Respondente.....	95
Figura 16 – Nível de Implantação da P+L por Respondente.....	97
Figura 17 – Análise comparativa de Resultado das Componentes de Absorção da P+L.....	98
Figura 18 – Consumo de Água de Fontes Primárias.....	104
Figura 19 – Processos de Solda de um sistema de refrigeração.....	105
Figura 20 – Retorno de investimento por volume produzido.....	106

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Síntese das principais barreiras para a implantação da P+L.....	45
Quadro 2 – Categorias, Conceito e Práticas da Produção Mais Limpa.....	53
Quadro 3 – Práticas de P+L para processos industriais.....	52
Quadro 4 – Contabilização das Práticas da P+L: Indicadores.....	56
Quadro 5 – Sistema de Pontuação de Nível de Absorção da P+L.....	66
Quadro 6 – Resumo do tema e autores abordados.....	68
Quadro 7 – Fontes de evidência para a coleta de dados.....	81
Quadro 8 – Documentos da análise documental.....	82
Quadro 9 – Perguntas do questionário e a relação destas com os objetivos deste trabalho.....	86
Quadro 10 – Identificação e classificação de Projetos de P+L.....	101
Quadro 11: Resumo Barreiras Identificadas.....	111

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Nível de Absorção da P+L por Respondente e Componente.....	92
Tabela 2 – Nível de Gerenciamento da P+L, detalhe questões com respostas diretas.....	96
Tabela 3 – Nível de Absorção da P+L.....	98
Tabela 4 – Análise Detalhada Investimento Substituição Motores Elétricos Processos.....	108

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- ACV – Análise do Ciclo de Vida.
- AIA – Avaliação de Impactos Ambientais.
- CEO – *Chief Executive Officer* (Diretor Presidente).
- CMA – *Chemical Manufacturing Associations* (Associação dos Produtores de Produtos Químicos).
- CNTL – Conselho Nacional de Tecnologias Limpas.
- ETE – Estação de Tratamento de Efluentes.
- HMA – *Hot Mix Asphalt* (Tecnologia de aplicação de Asfalto com temperaturas elevadas, ou muito quentes).
- NCPC – *National Cleaner Production Center* (Centro Nacional de Produção mais Limpa).
- OECD – *Organization for Economic Cooperation and Development* (Organização para desenvolvimento e cooperação da economia).
- P+L – Produção mais Limpa.
- PIB – Produto Interno Bruto.
- PNUMA – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente.
- RAIS – Relação Anual de Informações Sociais.
- RCRA – *Hazardous and Solid Waste Amendments to the Resource Recovery and Conservation Act* (Lei de Recuperação e Conservação de Produtos Perigosos e Resíduos sólidos).
- SEP – *Sustainable Energetic Planning* (Planejamento Energético Sustentável).
- SGA – Sistema de Gestão Ambiental.
- UNEP – *United Nation Environmental Programme* (Programa Ambiental das Nações Unidas).
- UNIDO – *United Nations Industrial Development Organization* (Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial).
- WMA – *Warm Mix Asphalt* (Tecnologia de aplicação de Asfalto com temperaturas quentes).

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	25
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA	25
1.2 JUSTIFICATIVAS DA RELEVÂNCIA DO TRABALHO	26
1.3 OBJETIVOS	28
1.4 DELIMITAÇÃO DO TRABALHO.....	28
1.5 ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO	29
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	31
2.1 BASES CONCEITUAIS DA PRODUÇÃO MAIS LIMPA.....	31
2.1.1 Produção Mais Limpa: o que é e qual seu objetivo.....	31
2.1.2 Histórico da P+L	35
2.1.3 Justificativa da Aplicação da P+L.....	39
2.1.4 Dificuldades para Implementação da P+L	43
2.1.5 Fatores Críticos para a Implementação da P+L.....	46
2.1.6 Práticas de Produção Mais Limpa.....	48
2.1.7 Avaliação do Nível de Conhecimento e Aplicação da P+L nas Empresas.....	62
2.2 SÍNTESE DO REFERENCIAL TEÓRICO.....	67
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	72
3.1 ESCOLHA DA ABORDAGEM METODOLÓGICA.....	72
3.2 ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO.....	73
3.3 SELEÇÃO E DESCRIÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO (EMPRESA).....	76
3.3.1 Visão Geral de um produto tipo Refrigerador da linha de Eletrodomésticos do Setor de Linha Branca.....	77
3.3.2 Estrutura Organizacional da Manufatura e Montagem de Refrigeradores	79
3.4 COLETA E ANÁLISE DOS DADOS	81
4 RESULTADOS DO TRABALHO	87
4.1 DIAGNÓSTICO DO NÍVEL DE ABSORÇÃO DA P+L DA EMPRESA PESQUISADA.....	87
4.1.1 Identificação das Unidades de Análise.....	87
4.1.2 Dados Gerais dos Participantes da Survey	91
4.1.3 Taxa de Resposta do Questionário do nível de Absorção da P+L.....	91
4.2 NÍVEL DE ABSORÇÃO DA P+L.....	92
4.3 COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS.....	98

4.4 IDENTIFICAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DAS PRÁTICAS DE P+L.....	100
4.5 PRÁTICAS DA P+L E RESULTADOS OBTIDOS COM AS PRÁTICAS DE P+L.....	102
4.5.1 Substituição Antigas Linhas de Pintura Líquida a base de solvente por Linhas de Pintura a Base de Pó.....	102
4.5.2 Reuso de Água da Estação de Tratamento de Efluentes.....	103
4.5.3 Substituição do Processo de Solda Brasagem por união Mecânica (Lokring).....	105
4.5.4 Substituição de motores elétricos de Corrente Alternada por motores de Corrente Contínua	107
4.5.5 Mudança do pré-tratamento de chapas metálicas a base de fosfatos de ferro e zinco para um pré-tratamento a base da tecnologia de nano cerâmico.....	108
4.6 BARREIRAS PARA O USO DA P+L.....	110
5 CONCLUSÃO.....	112
5.1 LIMITAÇÕES AO DESENVOLVIMENTO DA DISSERTAÇÃO.....	113
5.2 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	114
REFERÊNCIAS.....	116
APÊNDICE A – Questionário Nível de Absorção da P+L	130
APÊNDICE B – Questionário de Identificação Inicial de possíveis práticas de Produção Mais limpa.....	132
APÊNDICE C – Protocolo de Identificação e Classificação das Práticas de P+L.....	133
ANEXO A - Avaliação Impactos Ambientais (AIA) Processo de Pintura a base de tinta a P.....	134
ANEXO A - Avaliação Impactos Ambientais (AIA) Processo de Pintura a base de tinta Líquida.....	135

1 INTRODUÇÃO

Este capítulo apresenta uma contextualização do tema estudado, bem como a justificativa para sua realização, seguido da identificação dos objetivos, gerais e específicos, e da delimitação do trabalho de pesquisa, finalizando com a estruturação dos capítulos que serão apresentados.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA

Ameaçando a economia mundial, alicerçada com base no consumo excessivo, estão os constantes alertas a respeito do esgotamento dos recursos naturais. Por outro lado, organizações de todos os portes sofrem com as pesadas cargas sobre danos ambientais e, também, com a exposição pública que afeta sua imagem perante o mercado (PUSAVEC et al., 2010; FURTADO, 2005). Percebe-se o crescimento das reclamações de diversos segmentos da sociedade a respeito do consumo sustentável, da redução dos impactos e a manutenção dos recursos e da responsabilidade ambiental (PUSAVEC et al., 2010).

No entanto, mesmo tendo investido maciçamente em tecnologias que melhoram o desempenho operacional, as organizações sofrem com o desperdício e com as perdas nos processos produtivos e, ainda, são altos os níveis de controle sobre possíveis impactos ambientais, chamadas de controles de fim-de-tubo¹ (KJAERHEIM, 2005). As empresas estão buscando inovações tecnológicas em direção à uma produção menos poluente (MOORS et al., 2005), alterando os processos operacionais, investindo no uso de novos sistemas e técnicas aos quais produzem benefícios econômicos, além de reduzir impactos ambientais (RENSI e SCHENINI, 2006).

Dentre essas novas tecnologias, destacam-se a logística reversa, a produção enxuta, a análise do ciclo de vida (ACV), o uso de sistemas de gestão ambiental (SGA), o uso de sistemas de gestão integrada², a avaliação de impactos ambientais (AIA), entre outras. Além dessas

¹ O termo fim-de-tubo refere-se à tradução do termo em Inglês end-of-pipe, que significa o uso de tecnologias de tratamento para a redução de resíduos, efluentes ou emissões geradas pelos processos produtivos a fim de evitar impactos ambientais.

² Consiste na gestão integrada do sistema de gerenciamento da qualidade (ISO 9001), do sistema de gerenciamento ambiental (ISO 14001), de gerenciamento da saúde e segurança

tecnologias, vem sendo difundida nos últimos anos a Produção mais limpa (P+L), que será investigada em maior profundidade neste trabalho de pesquisa. De acordo com o Programa das Nações Unidas para o meio ambiente, “entre as estratégias para promoção do desenvolvimento sustentável, experiências mundiais têm comprovado a eficácia das ações de Produção mais Limpa e Consumo Sustentável, quando inseridas nas políticas públicas, planejamentos setoriais, empresariais e no dia-a-dia da sociedade” (PNUMA, 2004, p.9).

A abordagem de uma estratégia produtiva, tal como a P+L, que pode gerar benefícios tanto ambientais como econômicos produz forte interesse sobre o cenário econômico nacional diante da crise econômico-financeira que tem afetado a demanda na indústria de transformação mundial, principalmente nas indústrias de automóveis e eletrodomésticos (SOUZA e MANOEL, 2011).

Mais especificamente no setor de eletrodomésticos, a indústria de transformação de linha branca desempenha um papel importante no cenário econômico nacional. Em 2004 o setor detinha cerca de 0,74% do total do PIB nacional (MASCARENHAS, 2005) e hoje corresponde a aproximadamente 1,0% do PIB (ELETROS, 2012). A configuração do setor de linha branca no cenário nacional firmou-se na produção de bens duráveis denominados eletrodomésticos não portáteis, ou seja, produtos como refrigeradores, freezers, lavadoras, secadoras, fogões, fornos de micro-ondas e condicionadores de ar (RAIS, 2009; MATUSITA, 1997). As transformações em curso nesta indústria, relacionadas aos processos de internacionalização e concentração produtiva na década de 1990 (MARTINEZ e RACHID, 2005), e a difusão de inovações tecnológicas e organizacionais, aguçaram o interesse de pesquisadores sobre o setor, considerado ainda pouco abordado na literatura nacional e internacional (PINA, 2004; CUNHA, 2003; PERTICARRARI, 2003). Trata-se de um setor com uma diversidade de tipos de empresas e de processos produtivos que podem causar impactos negativos tanto para o meio ambiente, quanto para a economia e a sociedade em geral.

1.2 JUSTIFICATIVAS DA RELEVÂNCIA DO TRABALHO

Explorando as publicações relacionadas ao tema produção mais limpa, percebe-se que é um assunto que vem sendo cada vez mais

pesquisado e utilizado por empresas de todo o mundo, tanto empresas de grande porte (CALIA e GUERRINI, 2006), quanto em empresas de médio (FRESNER, 1998; GIANNETTI et al., 2008) e de pequeno porte (ANDREWS et al., 2002; ALTHAM, 2007; HOWGRAVE-GRAHAM e VAN BERKEL, 2007; DOMINGUES e PAULINO, 2009).

Os princípios tecnológicos produtivos da P+L, ou práticas, de acordo com Pusavec et al. (2010), estão sendo cada vez mais usados nas empresas com sistema de produção sustentável ou que aplicam o conceito de reduzir a geração de resíduos e perdas, reutilizar os resíduos gerados e reciclar os resíduos que não puderem ser reutilizados em suas instalações. Essas empresas são as de maior valor para os investidores (PAULA et al., 2008).

Seuring e Müller (2008) afirmam que empresas que não aplicam práticas ambientais sustentáveis, tal como a P+L, podem vir a enfrentar problemas que facilmente podem prejudicar a reputação da marca e conseqüentemente as vendas de seus produtos e serviços e até mesmo das demais empresas integrantes da cadeia, além da perda de interesse no mercado de ações (PAULA et al., 2008).

Percebe-se que há uma difusão global do tema produção mais limpa, com resultados de aplicações ou iniciativas de aplicação e outras formas de práticas sustentáveis em diversos países, tanto na América do Norte e Europa, como nos EUA (MILLER et al., 2008), Portugal (PENEDA e FRAZÃO, 1995), Áustria (FRESNER, 1998), Holanda (BAAS, 1998), Canadá (WOLNIK e FISCHER, 2006); quanto em outras partes do mundo - como Austrália (VAN BERKEL, 2007; HOWGRAVE-GRAHAM e VAN BERKEL, 2007), Nova Zelândia (BROWN e STONE, 2007), Turquia (YÜKSEL, 2008), Egito (HAMED e MAHGARY, 2004), Iran (GHAZINOORY, 2005), China (DUAN et al., 2011), entre outros.

Rossi e Barata (2009) afirmam que, para um cenário brasileiro, a P+L é capaz de reduzir os impactos identificados proporcionando benefícios financeiros e a melhoria da imagem das empresas. Assim, percebe-se a necessidade das empresas nacionais em aprimorar seu modelo de gestão ambiental utilizando práticas sustentáveis, tais como a P+L. Com base nessas constatações, propõe-se as seguintes questões de pesquisa, vinculadas aos objetivos descritos a seguir:

- Quais são e como estão classificadas as práticas de Produção Mais Limpas em uma Indústria de Transformação do setor de Eletrodomésticos da Linha Branca?

- Que resultados ambientais e econômicos estão sendo gerados através da implementação das práticas de P+L na indústria de transformação do setor de eletrodomésticos da linha branca?

1.3 OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo geral identificar e demonstrar práticas da Produção Mais Limpa nos processos produtivos de um fabricante do setor de eletrodomésticos. Com o propósito de atender ao objetivo geral estabelecido, têm-se os seguintes objetivos específicos:

- a) Realizar uma avaliação inicial do nível de absorção da Produção Mais Limpa no desenvolvimento de novos processos de fabricação de refrigeradores do setor de Eletrodomésticos de Linha Branca;
- b) Identificar e demonstrar as práticas de produção mais limpa no desenvolvimento e na gestão dos processos de fabricação de um fabricante de eletrodomésticos da linha branca;
- c) Classificar tais práticas de acordo com a classificação da United Nation Environmental Programme (UNEP);
- d) Identificar as principais barreiras para a implantação da Produção mais Limpa no desenvolvimento de novos processos de fabricação de refrigeradores e na gestão dos processos fabris atuais e comparar com a literatura existente.

1.4 DELIMITAÇÃO DO TRABALHO

O presente trabalho de pesquisa teve foco na identificação e na análise do uso de práticas de Produção Mais Limpa no desenvolvimento e gestão dos processos de fabricação e montagem de refrigeradores, pertencentes ao setor de eletrodomésticos de linha branca. O principal enfoque foi voltado ao uso racional e eficiente dos recursos e a redução de resíduos e substâncias nocivas, criando um conjunto de ações referenciais para a implementação da P+L nesse setor. O trabalho não teve a pretensão de desenvolver ou de identificar uma visão completa de práticas de P+L nem de entender o potencial de impacto de tais ações para o meio ambiente ou para os resultados financeiros da empresa em questão. Também não é foco do trabalho avaliar o nível de absorção da

P+L na empresa estudada como um todo, nem de estabelecer resultados de significância estatística desta avaliação, apenas de estabelecer uma avaliação inicial possibilitando futuras pesquisas mais abrangentes e conclusivas.

Trata-se da aplicação de um trabalho de pesquisa baseado na experiência de empresas do mesmo setor ou de práticas comuns da Produção Mais Limpa de empresas de diversos setores, reconhecidas por meio da publicação de pesquisadores sobre o tema, da qual se espera obter a base para a avaliação de resultados dessa aplicação (práticas de P+L), tendo objeto de estudo uma empresa do setor de eletrodomésticos de linha branca. A empresa foi escolhida devido a apresentar um cenário propício para a aplicação do trabalho, podendo ser pioneira na identificação das práticas da P+L em empresas do setor de linha branca dependendo da publicação existente e, também, devido ao autor exercer uma função de liderança, além de trabalhar há vários anos na mesma, possuindo acesso facilitado aos setores e as pessoas que gerenciam os processos da empresa em questão.

As unidades de análise foram os processos de fabricação e montagem de refrigeradores da empresa, bem como de gerenciamento e execução de novos processos de fabricação e montagem de refrigeradores, envolvendo os departamentos de engenharia de processos e de engenharia de infraestrutura.

1.5 ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO

Esse trabalho está estruturado em cinco capítulos descritos brevemente a seguir. O presente capítulo introduz o tema, apresentando uma contextualização do mesmo, os objetivos gerais e específicos, a justificativa para realização do trabalho de pesquisa e por fim a delimitação e estruturação do trabalho.

O capítulo 2 apresenta o referencial teórico, com foco no seu tema principal, produção mais limpa e suas práticas, e uma abordagem sucinta sobre o setor de linha branca. O capítulo inicia com os conceitos da P+L passando pelos seus objetivos, histórico, justificativa, barreiras e fatores críticos para implementação da P+L. Em seguida, o capítulo discorre sobre as práticas de produção mais limpa, a avaliação do nível de absorção da P+L e finaliza com uma síntese do referencial teórico.

O capítulo 3 apresenta uma visão dos procedimentos de pesquisa adotados nesse trabalho, com enfoque na abordagem metodológica, nas etapas de desenvolvimento do trabalho e uma visão

geral sobre o produto, a fim de estabelecer uma relação com os processos estudados (unidades de análise). A justificativa da escolha da abordagem de pesquisa é feita neste capítulo, além da apresentação da justificativa da seleção do objeto de estudo, a forma de realização da coleta de dados e de como estes serão analisados.

O capítulo 4 tem enfoque nos resultados do trabalho de pesquisa, ou seja, o diagnóstico do nível de absorção da P+L na empresa estudada. O capítulo envolve: a identificação das unidades de análise, através do mapeamento dos processos produtivos de refrigeradores do setor de eletrodomésticos da linha branca; a identificação dos participantes da survey; o levantamento do nível de absorção da P+L e a comparação com os resultados obtidos por outros autores; a identificação das práticas de P+L, incluindo uma proposta de classificação destas aplicadas a esses processos; o detalhamento de algumas práticas de P+L, das quais o pesquisador obteve acesso, bem como os resultados obtidos com a implementação destas. O capítulo finaliza com a demonstração das principais barreiras para a implementação da P+L encontradas na empresa estudada e comparadas com a literatura.

O capítulo 5 retorna aos objetivos do trabalho e apresenta suas conclusões principais focando suas limitações e as recomendações para trabalhos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O presente capítulo apresenta a fundamentação teórica referente ao tema produção mais limpa, explicitando vários aspectos relacionados ao mesmo, dentre eles os conceitos, objetivos e histórico da P+L. Será dada maior ênfase aos desafios e as barreiras para sua implementação e suas principais práticas. Como resultado desta fundamentação espera-se estruturar a teoria relacionada a esse trabalho, e também fundamentar o mesmo, por meio da análise de bases relevantes para a condução da dissertação.

2.1 BASES CONCEITUAIS DA PRODUÇÃO MAIS LIMPA

Em relação à produção mais limpa, este tópico aborda seus conceitos, objetivos, histórico e justificativa do seu uso e as principais dificuldades para sua aplicação, finalizando com as práticas de produção mais limpa.

2.1.1 Produção Mais Limpa: o que é e qual seu objetivo

A P+L tem sido desenvolvida nos últimos anos como uma estratégia para proteção do meio ambiente e para uma maior eficiência na produção, demonstrado grande capacidade em diminuir a poluição, para preservar recursos naturais, limitando o impacto ambiental adverso das atividades econômicas (HICKS e DIETMAR, 2007; ZHI-DONG et al., 2011). Para isso são utilizadas várias técnicas, ou práticas, visando à produção mais limpa e a minimização de resíduos, de acordo com o Conselho Nacional de Tecnologias Limpas - CNTL (2006).

A produção mais limpa inicia no desenvolvimento do produto, com o decréscimo da geração de perdas desse processo, causando uma redução de impactos ambientais no ciclo de vida do produto em todas suas etapas. Gera uma aplicação contínua de uma estratégia ambiental integrada desde o desenvolvimento até os serviços com o objetivo de aumentar a eficiência e reduzir os riscos para as pessoas e o meio ambiente (DUNN e BUSH, 2011; TSENG et al., 2008).

Fresner (1998) e Kjaerheim (2005) definem a Produção Mais Limpa como um processo contínuo, envolvendo mudanças organizacionais, tecnológicas e comportamentais, destacando a atuação preventiva aliada a uma visão holística dos recursos, dos processos

produtivos, dos fatores econômicos e do meio ambiente com foco na utilização de material sem desperdícios, reduzindo o consumo de energia e níveis de emissão.

A produção mais limpa refere-se a uma diminuição na produção de resíduos nos processos de fabricação e o desenvolvimento de um produto que cause impacto ambiental reduzido (VAN BERKEL, 2007), não se tratando de uma solução rígida, mas sim um modelo de pensamento que reúne oportunidades ambientais e econômicas que permitam a identificação de práticas de prevenção (TSENG et al., 2009; VAN BERKEL, 2007) e, também, um passo para a modernização dos processos de fabricação, a determinação da utilização de consumíveis e de processos de reciclagem e de reutilização (TSENG et al., 2009).

Van Berkel (2007) realiza uma síntese da P+L como uma oportunidade de geração de estratégia, que buscam melhorias em relação à limpeza e à conservação, à entrada de materiais, equipamentos e tecnologia, design de produto e gestão de saídas que não sejam de produtos, ou seja, os resíduos e as emissões. É uma abordagem integrada, uma vez que abrange todos os aspectos ambientais e impactos, não se limitando a uma categoria de impacto ambiental em específico (VAN BERKEL, 2000; UNEP, 1994).

Segundo Zhi-Dong et al. (2011) a produção mais limpa é uma estratégia para atingir o desenvolvimento sustentável das empresas, constituindo uma forma eficaz de reduzir a emissão de resíduos e conservar os recursos. Ainda segundo os autores citados, estes métodos, ou práticas incorporados no projeto de processos, reformam as tecnologias de produção atuais, atualizando o equipamento de produção, explorando novos fluxogramas de produção, usando uma energia mais limpa, construção de reciclagem para o processo de fabricação, reciclagem de resíduos juntamente com a gestão de melhoria, desenvolvendo tecnologia de proteção ambiental.

Tem como objetivo a minimização do impacto da produção e dos produtos sobre o meio ambiente, sendo uma das principais formas de garantir o desenvolvimento sustentável. Cria a consciência para a prevenção de poluição, com foco na busca das fontes de resíduos e emissões, definindo um programa para reduzi-los aumentando continuamente a eficiência dos recursos pela implementação e documentação de opções de práticas de produção mais limpa (ZHI-DONG et al., 2011).

Van Berkel (2000) afirma que o objetivo da Produção Mais Limpa baseia-se na redução progressiva dos impactos ambientais dos processos, produtos e serviços, através de abordagens preventivas ao

invés do controle e gestão de poluentes e resíduos, uma vez que estes foram criados. Além disso, ainda segundo Van Berkel (2000), serve como medida de eficiência econômica e ecológica, ou eco eficiência, contribuindo para a realização da redução de riscos ambientais e os objetivos de gestão para os seres humanos e ao meio ambiente.

Zhou et al. (2010) destaca que a P+L tem como objetivo o aumento da eficiência produtiva de forma ecológica e envolve, para processos produtivos, a economia de matéria prima e de energia, eliminação de produtos tóxicos na base de matéria prima e a redução de perdas e toxicidade. Para produtos, os autores citados destacam a redução de extração de matéria prima até a disposição final adequada, abrangendo todo o ciclo de vida do produto e seus efeitos adversos e, para serviços, a integração com considerações ambientais no design e nos serviços oferecidos.

Hamed e Mahgary (2004) afirmam que na prática espera-se que a Produção Mais Limpa resulte em conservação de energia e recursos naturais, sendo economicamente eficiente e não poluente, ao contrário, segura e saudável aos trabalhadores, consumidores e comunidades, ou seja, gratificante para todos os envolvidos.

Diferente da produção mais limpa, a Clean Production, ou o termo em português Produção Limpa, estabelece a utilização dos recursos, a substituição de recursos escassos, a utilização de energias secundárias e várias medidas de conservação de energia, tratando-se de uma solução mais rígida para salvar energia e cortar a poluição desde o início das atividades produtivas (LI; CHAI, 2007).

Lindsey (2011) enfatiza que para atingir o desenvolvimento sustentável, ou a sustentabilidade³, princípios como as técnicas de prevenção de poluição da produção mais limpa podem otimizar a utilização dos recursos em todos componentes do sistema de produção e em todo o ciclo de vida do produto. O autor, após uma revisão na literatura sobre o tema, propõe três princípios sustentáveis fundamentais que enfatizam claramente o papel da produção mais limpa para a sustentabilidade: a sustentabilidade é obtida através da minimização dos desperdícios; melhorando a qualidade obtemos o aumento da sustentabilidade; sustentabilidade é mais facilmente alcançada implementando melhores sistemas.

A principal referência teórica que suportará esse trabalho será a do Programa Ambiental das Nações Unidas, que define a produção mais

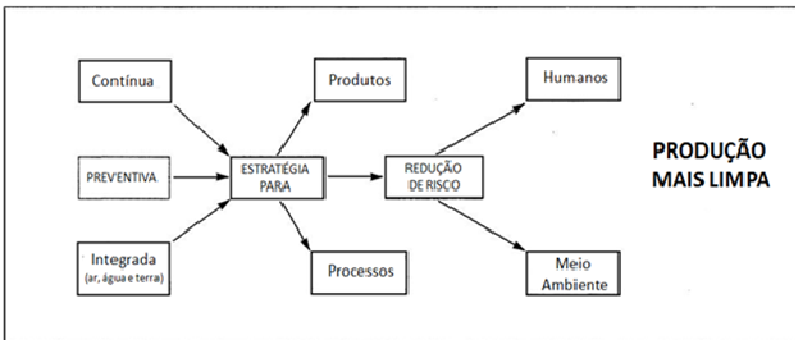
³ Os termos sustentabilidade e desenvolvimento sustentável serão tratados nesse trabalho como indiferentes.

limpa como a aplicação contínua de uma estratégia preventiva e integrada a processos, produtos e serviços, a fim de reduzir os riscos para a saúde e o meio ambiente (UNEP, 1994), tal qual representa a Figura 1.

Dessa visão derivam todas as demais citadas nesse trabalho, enfatizando o objetivo principal da P+L, que é a abordagem preventiva, através da melhoria contínua, conduzindo a um melhor desempenho ambiental e econômico segundo a UNEP (1994).

No entanto, a visão de Van Berkel (2007; 2000) destaca que a Produção Mais Limpa está relacionada a diversos outros conceitos da gestão ambiental. A figura 2 mostra as posições relativas dos principais conceitos de gestão ambiental em relação a: categoria de impacto coberto, um (mídia simples) ou vários impactos (multimídia); principal motivação, relacionado à legislação ou a auto-responsabilidade como principais motores; abordagem reativa ou preventiva, se a estratégia aborda resíduos e poluição, uma vez que foi gerado ou se visa evitar o desperdício e as emissões em primeiro lugar; foco, se os centros de gestão ambiental estão ligados ao fluxo de resíduos, produção e instalação ou ciclos de vida do produto.

Figura 1 – Elementos essenciais da estratégia de Produção Mais Limpa.



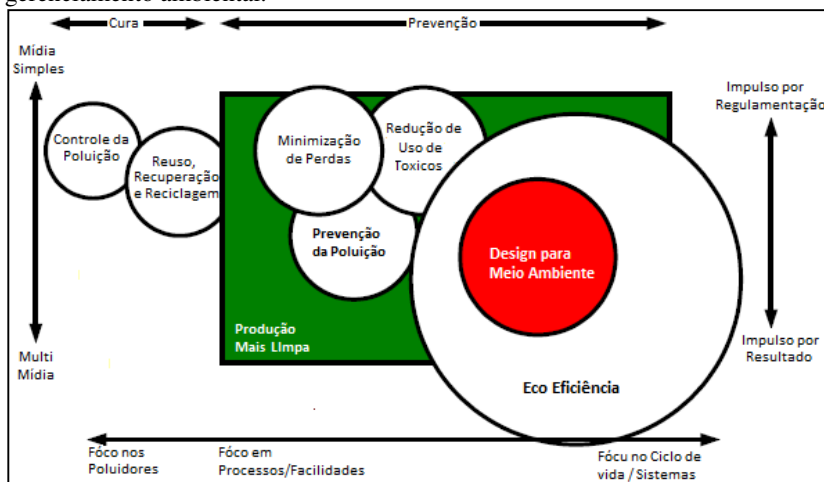
Fonte: UNEP (1994).

Na visão de Van Berkel (2007, 2000) a produção mais limpa pode ser considerada como um denominador comum para as abordagens mais frequentemente utilizadas. As mais antigas abordagens preventivas relacionadas à minimização de perdas, controle da poluição e redução de uso de materiais tóxicos tendem a focar em apenas um principal impacto ambiental. A minimização de perdas, a redução do uso de substâncias

tóxicas e a prevenção da poluição, consideradas novas abordagens preventivas, como a P+L, visam explicitamente a redução de impactos ambientais ao longo do ciclo de vida do produto, focando desde o design do produto, processos, transformação até serviços, constituindo uma abordagem preventiva de valor agregado, trazendo além da prevenção da poluição, resultados para o negócio (VAN BERKEL, 2007).

Apesar de receber um enfoque de prevenção de perdas e de geração de custos, a redução do uso de materiais tóxicos obtida pelas práticas de produção mais limpa também geram um impacto positivo na saúde e segurança dos trabalhadores (ELLENBECHER; GEISER, 2011).

Figura 2 – Produção mais limpa em relação aos demais conceitos de gerenciamento ambiental.



Fonte: Van Berkel (2000).

2.1.2 Histórico da P+L

Apesar do crescente número de estudos ligados à prevenção da poluição nos processos produtivos nos Estados Unidos da América, em meados dos anos de 1980, vários outros estudos apontaram a falta de compromisso do governo e da indústria para a prevenção da poluição, e para as oportunidades ambientais e financeiras que foram deixadas sem perspectiva (VAN BERKEL, 2000). Segundo Van Berkel (2000), os resultados desses estudos incitaram as primeiras peças de legislação para

a minimização de resíduos perigosos, de resíduos sólidos e para a recuperação de recursos, incluindo as leis de conservação, criada em 1984, denominada Hazardous and Solid Waste Amendments to the Resource Recovery and Conservation Act – RCRA e também para uma legislação de prevenção da poluição, denominada Pollution Prevention Act 1990.

Ainda segundo Van Berkel (2000), empresas, sob a égide do programa de responsabilidade de atendimento da Associação de Fabricantes de Produtos Químicos (CMA), responderam à legislação adotando um código voluntário de prevenção da poluição no início dos anos de 1991. Esse código, desde então, foi replicado por muitas associações da indústria ao redor do mundo tornando-se um importante veículo para a implementação da prevenção da poluição, tendo como base a gestão 14 práticas de prevenção a poluição que serão exploradas em seguida.

Desde 1987, a prevenção da poluição ganhou terreno na Europa Ocidental, inicialmente na Suécia e Holanda, tornando-se aceites consecutivamente na maioria dos outros países (VAN BERKEL, 2000; CRUL et al., 1991). Tendo seus conceitos e práticas aplicados fora do domínio tradicional da indústria de processo, em fabricação, serviços de transporte e outros setores, o termo Produção Mais Limpa surgiu abraçando uma visão mais abrangente dos impactos ambientais das indústrias, incluindo saídas, como resíduos e emissões, bem como insumos ambientais, tais como consumo de materiais, energia e água, além da contenção de materiais tóxicos em produtos de consumo (VAN BERKEL, 2007). Além disso, o termo salientou a continuidade da abordagem, buscando a melhoria contínua do desempenho ambiental dos processos de produção industrial, tornando-se aceite pela comunidade internacional sob o governança do Programa Ambiental das Nações Unidas, ou United Nation Environmental Program-UNEP, ancorado pela Agenda 21 para o desenvolvimento sustentável da Rio 92, segundo Van Berkel (2000).

Em 1994, a UNEP publicou o primeiro guia da P+L em conjunto com a Organization for Economic Cooperation and Development (OECD) como resultado de um fórum de trabalho realizado em Paris em 1993. O guia tinha como objetivo conscientizar os líderes em gestão no governo e as indústrias que a P+L é susceptível de conduzir a benefícios econômicos bem como os ambientais, chamando a atenção de uma importante janela de oportunidade que deveria ser aproveitada.

Em 1995 a United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) e a United Nation Environmental Programme (UNEP) criaram juntas a Nacional Cleaner Production Center (NCPC) financiando oito centros de pesquisa. Estes centros e seus avaliadores, treinados pela UNIDO e UNEP, não traziam soluções prontas, mas sim capacitavam seus clientes em como encontrar a melhor solução para problemas específicos com enfoque ambiental preventivo, não se esquecendo do viés econômico (LUKEN e NAVRATIL, 2007), ampliando os conceitos mundialmente. No entanto, segundo Luken e Navratil (2007) apesar dessa abordagem de disseminação, somente grandes empresas eram atraídas por tais práticas devido às questões de mérito financeiro.

Segundo Van Berkel (1999), a P+L ganhou a atenção mundial pelos resultados da aplicação de seus conceitos em empresas Norte Americanas em meados dos anos de 1970, partindo dos princípios de que faz muito mais sentido evitar resíduos e emissões na fonte, ao invés de tratá-los e controlá-los após sua geração. Mais especificamente, tais conceitos tiveram início com a implementação de práticas de prevenção da poluição em empresas como a 3M e Indústria Química DOW, obtendo sucesso em sua abordagem e sendo disseminadas pelo mundo por meio de apresentações em conferências e de esforços conjuntos com a UNEP e a UNIDO, através de organizações intermediárias como a UNIDO, originando os centros de produção mais limpas espalhados por todo o mundo (BAAS, 2007).

Há um número cada vez maior de estudos e pesquisas que procuram discutir o termo, sua evolução (VLAVIANOS-ARVANITIS, 1998; LUKEN e NAVRATIL, 2007; GLAVIC e LUKMAN, 2007) e suas limitações (DANIHELKA, 2004; STONE, 2006). Como mencionado no capítulo 1, o assunto desperta interesse de inúmeros pesquisadores, havendo uma difusão global sobre o tema e publicações de resultados de aplicações ou iniciativas de aplicação da produção mais limpa e outras formas de práticas sustentáveis em diversos países.

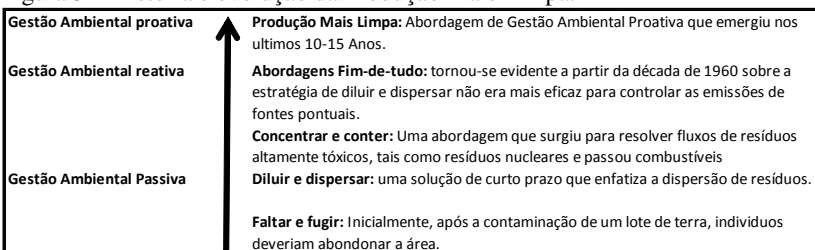
Alguns outros autores (CHEN et al., 1999; WANG, 1999) argumentam que a produção mais limpa simplesmente originou-se de uma série de sucessivos paradigmas do gerenciamento ambiental, tal qual demonstra o Figura 3.

A visão de Van Berkel (1996), Chen et al. (1999) e Wang (1999) define o cuidado com as questões ambientais divididos em três grandes modelos históricos gerenciais ao longo da história, tal qual demonstra a figura 3:

1. Gerenciamento Ambiental passivo: dividido em dois momentos, o primeiro corresponde à visão mais primária do modelo de tratativa ambiental, consistindo na degradação e no abandono; o segundo consistia em uma visão de curto prazo que enfatizava a dispersão das perdas na atmosfera.
2. Gerenciamento Ambiental Reativo: subseqüente à visão passiva, dividido em dois momentos da história, consistindo primeiramente em uma abordagem que endereçava o tratamento de resíduos altamente tóxicos, como resíduos nucleares e combustíveis; seguido por uma abordagem que, iniciada nos anos 60, entendeu que a estratégia de diluição e dispersão não eram eficientes no controle de emissões na fonte, e consistiu na instalação de purificadores e unidades de desintoxicação no final dos tubos de emissão, denominadas controles de fim de tubo, ou o termo em inglês, end-of-pipe, que coincidiu com a implementação das políticas de regulamentação ambiental.
3. Gerenciamento Ambiental Proativo: por fim, no início dos anos 90, uma abordagem ambiental preventiva nasce com foco na minimização das perdas e da prevenção da poluição na fonte, combinando preocupações ambientais e de negócio, denominada Produção Mais Limpa.

Contudo, a produção mais limpa tem sido abordada amplamente desde seu surgimento, com publicações que vão desde o estudo de caso ao âmbito teórico conceitual. Uma simples consulta do termo “cleaner production” em uma das principais bases de dados do meio científico, tal qual a Science Direct, resulta em mais de quatorze mil publicações em revistas, sendo que cerca de 30% estão na revista mais conceituada no assunto, a Journal of Cleaner Production.

Figura 3 – História e evolução da Produção Mais Limpa.



Fonte: EEA (2002).

2.1.3 Justificativa da Aplicação da P+L

Segundo a UNEP (2001), a produção mais limpa é a resposta recente à poluição e à degradação ambiental considerada como uma das práticas sustentáveis que mais vem sendo aplicadas no meio industrial. A alegação parte do ponto de vista que prevenir a poluição e reduzir o uso de recursos naturais é muito mais barato que investir em tecnologias de fim de ciclo ou de controle (UNEP, 2001).

Baas (2007) destaca dois aspectos fundamentais no conceito da P+L: se trata de uma dimensão de forte valor fazendo parte dos problemas que normalmente não são a base dos processos principais da empresa, ou diretamente ligados ao produto final, no entanto afetam diretamente a base de negócio principal da empresa. Ainda segundo o autor citado, a dimensão do processo de mudança é explorada nos diferentes níveis da organização e da sociedade.

De acordo com Van Berkel (1999) a aplicação da P+L parte do princípio de que faz muito mais sentido evitar resíduos e emissões na fonte, ao invés de tratá-los e controlá-los após sua geração. Van Berkel (1999) destaca que a produção mais limpa ganhou a atenção mundial por provar sua capacidade de reduzir os impactos e cargas ambientais e ao mesmo tempo aumentar a eficiência produtiva e econômica da indústria. Van Berkel (2000) argumenta ainda que cuidar do meio ambiente faz sentido também nos negócios. Isto significa que a P+L é uma oportunidade de melhoria de negócios para reduzir custos, riscos e passivos, e aumentar a eficiência, a produtividade e a rentabilidade.

Visvanathan e Kumar (1999) destacaram que as práticas de P+L trouxeram grandes contribuições às empresas que dispunham de capital, conhecimento e capacidade organizacional para implementação de tais técnicas. Os autores citados enfatizaram barreiras para a aplicação em empresas de médio e pequeno porte, mas que foram rompidas com a abordagem de integração de recursos entre as empresas deste porte, subsidiadas, na maioria dos casos, pelo governo.

Grandes resultados foram obtidos através da aplicação dos conceitos da P+L em diferentes organizações. Taylor (2006) relata vários casos de sucesso na aplicação de algumas dessas técnicas em empresas ao redor do mundo, tais como: medidas de produção mais limpa aplicadas para reduzir dois terços do consumo de água na reforma do ônibus espacial e dos propulsores sólidos de foguetes, no Centro Espacial Kennedy do Cabo Canaveral nos Estados Unidos e a aplicação das Medidas de P+L em uma vinícola de grande porte no Canadá, que proporcionou uma redução de 30% do consumo de água, com aumento

de 6% no rendimento da produção de vinhos. Na Áustria a aplicação da P+L em um moinho têxtil possibilitou a redução do consumo de água em cerca de 30%, e de consumo de gás em 15% com início em 1993 (FRESNER, 1998).

A UNEP (2003), através da Unidade de Sustentabilidade e Produção Mais Limpa, destaca três casos de redução de impacto ambiental e aumento da rentabilidade econômica com a aplicação dos métodos e técnicas de produção mais limpa:

- Fábrica de componentes eletrônicos na Europa Ocidental: redução de consumo de energia térmica em 2.620 Gcal/ano; diminuição da queima de petróleo na estação municipal térmica 374,4 t/ano; redução da poluição do ar 1.219,23 t/ano; economia de USD 76,141/ ano;
- Indústria de materiais para construção civil na Europa Oriental: redução no consumo de petróleo em cerca de 16,2 t/ano; diminuição da poluição da água por produtos de petróleo em cerca de 90% (até 5 mg/l); Redução de gastos com taxas ambientais em USD 2,000/ano;
- Indústria de cosméticos na África: COD reduzidos em 3250 mg / L; consumo de hidróxido de sódio reduzido em 1,9 t/ano; Consumo de hidrato de sódio reduzido em 22,5 t/ano; Consumo de sulfureto de sódio reduzido em 33,8 t ano; Custos de eliminação de resíduos reduzido em USD 14,543.

Os exemplos ilustram que os investimentos em produção mais limpa geralmente têm atrativos econômicos. Segundo Van Berkel (2000) estes atrativos são alcançados através da redução de:

- Gastos com insumos, energia e água, onde a P+L pode reduzir a unidade de material, de energia e/ou consumo de água por produto produzido e, portanto, economias são feitas sobre os custos desses recursos naturais;
- Despesas com o tratamento de resíduos, incluindo os resíduos sólidos, águas residuais e emissões para o ar, produzindo o aumento da receita de produção com o aumento da eficiência dos processos de produção, que resulta em níveis mais elevados de saída de produto, aumentando assim as receitas;
- Despesas com perdas de produção através da melhoria da qualidade do produto pela melhora do nível de controle durante os processos de produção, a qual normalmente aumenta a qualidade global do nível do produto.

Van Berkel (2007; 2000) afirma que o retorno sobre o investimento em produção mais limpa é rápido, portanto, seria fácil concluir que as práticas da P+L devem ser de grande demanda e que a maioria das empresas deve investir no esforço para introduzir a abordagem da produção mais limpa tão amplamente como possível em suas operações.

No setor da linha branca, Vickers (2000) relatou o trabalho de uma empresa do Reino Unido, fabricante de máquinas de lavar roupas, do setor de linha branca, com o reuso de poliestireno para a fabricação de novas embalagens, possibilitando a redução de cerca de 20% do custo da embalagem em quatro anos de trabalho integrado com fornecedores, trazendo benefícios econômicos e ambientais, evitando perdas e a emissão de resíduos.

No Brasil, há alguns estudos já realizados sobre este tema. Calia e Guerrini (2006), por exemplo, apresentam os resultados de um estudo de caso realizado numa empresa multinacional que opera dezenas de manufaturas em diversos países e que triplicou o desempenho ambiental em toneladas de poluição prevenidas, multiplicando em oito vezes o número de projetos de produção mais limpa bem sucedidos, após ter implementado uma estrutura organizacional em rede para aumentar sua capacidade de gerenciar projetos para a melhoria de processos.

Pimenta e Gouvinhas (2007) apresentaram os resultados da implementação da P+L em uma pequena empresa do setor de panificação que reduziu cerca de 14% dos custos de fabricação do pão francês além da redução de lead time e redução de 30% de resíduos sólidos, entre outros benefícios. Severo et al. (2009) descrevem a aplicação de P+L envolvendo mudanças de tecnologia em várias empresas do ramo metal-mecânico do Rio Grande do Sul, com a obtenção de redução de consumo de água, em um dos casos, chegando a cerca de 40%.

Porto et al. (2009) descrevem a aplicação de técnicas de produção mais limpa no processo de clarificação do caldo de cana para produção de açúcar. Os autores enfatizaram que a aplicação permitiu evitar emissões e resíduos, reciclar e dispor adequadamente resíduos prejudiciais ao meio ambiente além de reduzir custos com produção.

Especificamente no setor de linha branca do Brasil, Fonseca e Santos (2011) apresentam um trabalho que une a produção mais limpa e a Avaliação de Ciclo de Vida (ACV). O artigo mostra os resultados de um estudo de caso no desenvolvimento e na fabricação de lava-louças produzidas pela empresa multinacional de eletrodoméstico Bosch und Siemens Hausgeräte (BSH). Essa análise do ciclo de vida dos

eletrodomésticos da BSH concluiu que cerca de 90% do impacto ambiental global é causado durante a fase do uso pelo consumo doméstico de água, eletricidade e produtos químicos, isso devido à longa vida útil desses equipamentos, levando a empresa a investir em tecnologias inovadoras focadas no uso de acumuladores de energia e água, que serão reutilizados pelo sistema. Tais inovações, ainda segundo os autores, ao longo dos anos de pesquisa, permitiram a economia em cerca de 46% de energia utilizada a cada ciclo de uso do produto.

Observa-se que há um interesse crescente na área, inclusive com a realização a cada dois anos de um evento internacional, com boas contribuições para a área, o International Workshop Advances in Cleaner Production. Porém, apesar das iniciativas apresentadas, que obviamente não esgotam o tema, percebe-se que há campo para se estudar o tema das práticas de produção mais limpa, sobretudo num setor que cresce no Brasil e no mundo, o setor de linha branca.

A motivação para essas iniciativas muitas vezes envolve uma combinação de fatores. Um relatório da Organização para a Cooperação Econômica e Desenvolvimento Econômico (UNEP; 2001) identificou três fatores que muitas vezes atuam em paralelo promovendo a adoção de programas de produção mais limpa: forças do mercado, os avanços na ciência e tecnologia e as políticas governamentais. Geiser (2002), Rossi e Barata (2009), afirmam que as políticas governamentais podem ser particularmente importantes na medida em que regulamentos ambientais tipicamente desempenham um papel importante em especial quando como medida de controle eficaz. Para os custos de gestão adequada dos resíduos e o tratamento de resíduos perigosos, Geiser (2002) afirma que é também uma força significativa, mas apenas quando o cumprimento da regulamentação impede menos opções de gestão de prevenção de resíduos. O mesmo pode ser dito de responsabilizações legais e dos custos de seguro ambiental. A oportunidade de conseguir eficiências de processo que melhoram rendimentos de produto e geração de resíduos pode ser uma diminuição significativa, bem como a oportunidade para obter retornos econômicos a partir da reciclagem de resíduos. Além disso, o desejo de manter uma boa imagem pública ou restaurar uma imagem manchada pode ser um grande direcionador (GEISER, 2002; PAULA et al., 2008; ROSSI e BARATA, 2009; GUNNINGHAM e SINCLAIR, 1997).

2.1.4 Dificuldades para Implementação da P+L

A identificação das dificuldades de implementação de P+L constitui um instrumento importante para uma avaliação de melhoria na implementação das práticas prevenindo barreiras gerais ou específicas por setores, auxiliando nos processos atualmente em curso, reduzindo os impactos internos e externos que agem contra a implementação (ROSSI; BARATA, 2009).

Analisando a disseminação dos conceitos da P+L, a rotina de expertise técnica é a principal forma de conhecimento nas organizações de produção industrial, e esta pode ser a causa da ocorrência de dois erros comuns na tentativa de aplicação de práticas da P+L (ROSSI e BARATA, 2009; CEBON, 1993):

- a) Engenheiros que não são familiarizados com os conceitos da P+L podem concluir que não há oportunidades de sua aplicação em decorrência de que não podem vê-las. Os autores enfatizam que existe uma aplicação reativa da P+L, ou seja, seus conceitos não são considerados como parâmetro de entrada em novos projetos, no entanto fazem parte da rotina de gerenciamento dos processos fabris.
- b) Quando uma organização não internaliza a P+L, a habilidade para mudar uma falha com uma visão de P+L não pode ser vista;

A maioria das descobertas mundiais em pesquisas empíricas sobre as barreiras da difusão das práticas de produção mais limpa pode ser dividida em barreiras organizacionais internas e barreiras externas (SHI et al., 2008, GUNNINGHAN e SINCLAIR, 1997):

- a) Barreiras Internas: falta de informação e conhecimento do tema, baixa percepção das questões ambientais, competição nas prioridades de negócio, pressão para lucros em curto prazo, limitação racional na tomada de decisão nos processos, obstáculos financeiros, falta de comunicação nas empresas, inércia de gerenciamento, obstáculos de mão de obra e a dificuldade na implementação de tecnologias mais limpas.
- b) Barreiras externas: o fracasso da regulamentação existente, que enfatiza o uso de contramedidas, dificuldades no acesso a tecnologias mais limpas, dificuldade no acesso a financiamento externo, incentivos econômicos perversos, ausência de mercado para produtos reciclados, e ciclos econômicos.

Shin et al. (2008) afirmam que no mundo todo pode-se encontrar exemplos de algumas barreiras à implementação da P+L. Segundo o autor citado, as barreiras estão relacionadas com os aspectos de conhecimento, econômicos e gerenciais, envolvendo a consciência limitada das questões de gestão ambiental nos processos de tomada de decisão. A falta de especialistas na área e a ausência de tecnologias de fácil Implementação, aliados a indisponibilidade de capital para a modernização de plantas industriais, são as grandes barreiras para Implementação da P+L (SHIN et al., 2008).

No Brasil, um estudo num grupo de empresas demonstrou que as barreiras podem ser agrupadas em cinco categorias, divididas em dois contextos motivadores, um ligado às pressões internas do ambiente industrial e outro às pressões externas. As barreiras externas estão diretamente relacionadas a política, ao mercado e a economia e, historicamente estão além do controle das empresas (ROSSI; BARATA, 2009). Segundo Rossi e Barata (2009) e Shi et al. (2008) as barreiras internas estão relacionadas às características de cada empresa, como informação e modelo de gestão organizacional.

As barreiras relacionadas com política envolvem: a carência de regulação ambiental; o fracasso da Legislação existente; a falta de incentivo econômico; a inadequada auto-regulação industrial (ROSSI e BARATA, 2009; SHI et al., 2008). As barreiras do mercado constituem: falta de demanda por eco eficiência; pequena pressão e conscientização pública; dificuldades no acesso à tecnologias mais limpas; ausência de mercado para produtos reciclados (ROSSI e BARATA, 2009; SHI et al., 2008).

Do ponto de vista financeiro e econômico as barreiras envolvem: os elevados custos de capital inicial; a escassez de ofertas de financiamento, a dificuldade de acesso a financiamentos; o fraco desempenho financeiro; incentivos econômicos perversos; ausência de avaliações de resultados em produção mais limpa (ROSSI e BARATA, 2009; SHI et al., 2008). As barreiras de informação envolvem: limitação da capacitação; falta de especialização; dificuldade no acesso ao apoio técnico e as informações de práticas em produção mais limpa; dificuldade de infraestrutura adicional para treinamento técnico no local de trabalho (ROSSI e BARATA, 2009; SHI et al., 2008, GUNNINGHAM e SINCLAIR, 1997; CEBON, 1993).

Por fim, as barreiras ligadas ao modelo de gestão organizacional abrangem: prioridade no aumento de produção; preocupação com competitividade, aliadas a resistência dos gestores; falta de consciência sobre os benefícios da aplicação das práticas de

produção mais limpa; organização não internaliza a produção mais limpa como uma prática; falta de capacidade gerencial adequada (ROSSI e BARATA, 2009; SHI et al, 2008; GUNNINGHAM e SINCLAIR, 1997; CEBON, 1993).

As barreiras externas estão além do controle das empresas, enquanto as duas últimas são barreiras internas, associadas às características de cada empresa (ROSSI e BARATA, 2009). O quadro 1 resume os autores e as barreiras para a Implementação da produção mais limpa que cada um apresenta.

Um fator importante, levantado pelo departamento de gerenciamento de pesquisa ambiental da KPMG (2012), empresa líder na prestação de serviços profissionais, afirma que a maioria dos gerentes de empresas geralmente confundem tecnologias de produção mais limpa com tecnologias de contenção, chamadas de fim-de-tubo. A razão para isso, é que as questões ambientais não constituem a atuação principal das empresas, não havendo incentivos para implementação de novas tecnologias (KPMG, 2012).

Quadro 1 – Síntese das principais barreiras para a implementação da P+L.

Referências	Barreiras
Cebon (1993)	Falta de Conhecimento do Time de Projeto e Gestão; visão curta sobre as oportunidades de aplicação das práticas de produção mais limpa; organização não internaliza a produção mais limpa como uma prática.
Gunningham e Sinclair (1997)	Barreiras Internas: falta de Conhecimento sobre a Produção Mais Limpa; baixa percepção das questões ambientais; competição nas prioridades de negócio; pressão por resultados de curto prazo; falta de Comunicação nas Empresas ; limitação racional na tomada de decisão dos negócios; obstáculos Financeiros; obstáculos de mão de obra; dificuldade na implementação de tecnologias mais limpas. Barreiras Externas: fracasso da Legislação existente; dificuldades no acesso à tecnologias mais limpas; dificuldade no acesso à financiamento externo; incentivos econômicos perversos; ausência de mercado para produtos reciclados; ciclos econômicos.
Shin et al. (2008)	Conhecimento limitado das questões de gestão ambiental nos processos de tomada de decisão; falta de especialistas na área; ausência e indisponibilidade de tecnologias de fácil implantação; indisponibilidade de capital para modernização de plantas industriais.
Rossi e Barata (2009): Shi et al. (2008)	Barreiras políticas e de mercado: carência de regulação ambiental; falta de incentivo econômico e inadequada auto-regulação industrial; falta de demanda por eco eficiência; pequena pressão e conscientização pública. Barreiras financeiras e econômicas: elevado custo de capital inicial; dificuldade de acesso a financiamento; fraco desempenho financeiro; ausência de avaliações em P+L; baixa oferta de financiamento. Barreiras de informação e técnicas: limitada capacitação e especialização; acesso limitado a apoio técnico externo; acesso limitado as informações em P+L. Barreiras gerenciais e organizacionais: prioridade no aumento de produção; preocupação com competitividade; resistência de gestores, falta consciência sobre os benefícios; capacidade gerencial inadequada.

Fonte: Cebon (1993), Gunningham e Sinclair (1997), Shi et al.(2008), Shin et al.(2008) e Rossi e Barata (2009) .

2.1.5 Fatores Críticos para a Implementação da P+L

Um dos programas mais antigos de produção mais limpa é o da 3M (VAN BERKEL, 2007, 2000; OVERCASH, 1996), empresa de inovação global que atua em diversos ramos, tais como, materiais para escritório, comunicação visual, materiais e equipamentos de assistência médica, transporte e indústria. A empresa emprega atualmente cerca de oitenta mil funcionários em sessenta e cinco países no mundo todo (3M, 2012), e, segundo Van Berkel (2000), pode-se destacar cinco fatores principais como pontos de sucesso:

1. Apoio da alta organização: o programa 3P esta na pauta dos CEOs e dos gestores da empresa;
2. Envolvimento dos trabalhadores: toda a equipe, embora a maior parte de ideias venha de engenheiros de processo a 3M teve grandes ideias provenientes de pessoal administrativo, de manutenção, de vendas e outros;
3. Simplicidade: a aplicação de uma designação de projeto 3P é feito em uma página;
4. Sistema de Recompensa: para todos os funcionários, como reconhecimento pelos seus pares e líderes, reforçando a reputação e contribuindo para o crescimento da carreira;
5. Promoção: a 3M promove o programa 3P internamente e externamente. Funcionários novos integram o programa juntamente com os antigos, tornando-se um modo de vida, e o reconhecimento externo constrói a motivação interna.

Baas (2007) investigou as barreiras organizacionais para a Implementação e a continuidade da produção mais limpa, em termos de desenvolvimento profissional, destacando que mais condições, tais como mudança no conhecimento organizacional e uma empresa de análise de ambiente são necessárias para o sucesso da Implementação da P+L.

Dentro do estado da arte do conhecimento, mudanças de disciplina em direção a uma visão e compromisso organizacional com novos conceitos, desempenham um papel importante. No caso da disseminação do conceito de produção mais limpa, o compromisso da Diretoria Corporativa (CEOs) foi considerado por alguns autores (e.g. ROSSI e BARATA, 2009; BAAS, 2007; VAN BERKEL, 2007, 2000) como o principal pré-condição para a obtenção de apoio para a realização, obtenção e demonstração dos resultados com os investimentos em práticas de produção mais limpa.

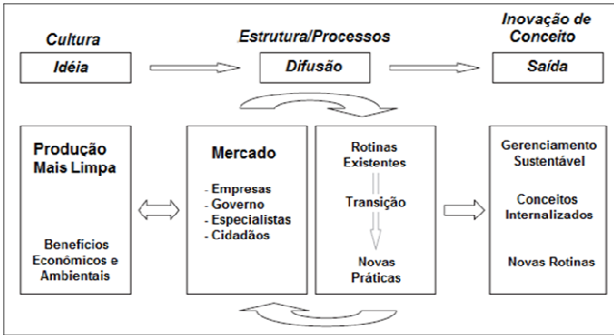
No entanto, mais é necessário, há, por exemplo, a necessidade para a manutenção de evidências claras de compromisso dos gestores de fábrica via avaliações de rotina e retroalimentação de resultados, garantindo um melhor e mais completo curso para aceitação dos resultados de uma aplicação efetiva de mudanças de produção mais limpa, de forma a internalizá-lo no modelo de gestão dos processos das empresas. (BAAS, 2007; RENSI e SCHENINI, 2006; VICKERS, 2000; VAN BERKEL, 1994; WELFORD, 1992).

O processo de internalização da P+L parte do sucesso em demonstrar e gerir oportunidades econômicas e ambientais em mesmo nível de decisão, em prol de um gerenciamento dinâmico sustentável (BAAS, 2007; HUHTALA et al., 2003). Significa que, toda decisão, quer seja de investimento, melhorias ou alterações de produtos e processos, será também baseada no resultado de uma análise de práticas de produção mais limpa que trará benefícios de prevenção da geração da poluição aliada à resultados financeiros.

Para internalização da P+L é necessário partir da demonstração de novas ideias, decorrentes do mercado, envolvendo a identificação de oportunidades levantadas por experiências de outras empresas, do governo, de especialistas ou até da sociedade em geral, segundo Baas (2007). O segundo passo envolve a contabilização das vantagens econômicas e ambientais para a empresa provenientes dessas ideias, gerando a reestruturação de processos, mudando as rotinas existentes, criando novas práticas (BAAS, 2007; HUHTALA et al., 2003). A difusão dessas novas práticas gera uma constante realimentação dos processos, produzindo resultados melhores e a prevenção de impactos ambientais, alterando o modelo de decisão e de gerenciamento dos processos da empresa, etapa que consiste na internalização dos conceitos da produção mais limpa (BAAS, 2007; HUHTALA et al., 2003), tal como mostra a figura 4.

A UNEP (1994) destaca que a P+L pode ser aplicada em diferentes maneiras, sendo elas a mudança de atitude, a melhoria do conhecimento e a melhoria da tecnologia. Tais práticas, ainda de acordo com a UNEP (1994), resultam na combinação das seguintes medidas nos processos fabris: a conservação da matéria-prima, água e energia, a eliminação de matéria-prima tóxica perigosa, redução da quantidade de emissões tóxicas e a redução das perdas na fonte e durante o processo de produção, destacando alguns exemplos de técnicas de P+L em diversos setores da produção fabril.

Figura 4 – Processos de Internalização de conceitos da P+L.

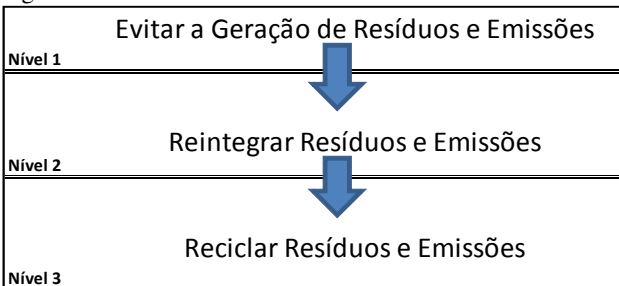


Fonte: Baas (2007).

2.1.6 Práticas de Produção Mais Limpa

A CETESB (2006) afirma que as práticas de produção mais limpa admitem diversos níveis de aplicação junto às empresas, desde o simples ato de refletir criticamente sobre as possibilidades de melhoria de seus processos, até a implementação de um Programa. Segundo o Conselho Nacional de Tecnologias Limpas – CNTL (2006), as práticas da P+L envolvem: evitar a geração de resíduos e emissões (nível 1); os resíduos que não podem ser evitados devem, preferencialmente, ser reintegrados ao processo de produção da empresa (nível 2); na sua impossibilidade, medidas de reciclagem fora da empresa podem ser utilizadas (nível 3). A figura 5 apresenta esse fluxo de tratativa de resíduos e emissões segundo a visão do CNTL (2006).

Figura 5 – Práticas da P+L.



Fonte: CNTL (2006).

O “nível 1” prioriza medidas para resolver o problema na sua fonte geradora e podem consistir em modificações no produto, no processo de produção e/ou substituição de matérias primas/insumos tóxicos (CNTL 2006, RENSI E SCHENINI, 2006; COELHO, 2004). O “nível 2” utiliza a reciclagem interna, ou seja, os resíduos podem ser reintegrados ao processo de produção da empresa, podendo ocorrer dentro do próprio processo original de produção, em outro processo, ou por meio da recuperação parcial de uma substância residual (CNTL, 2006; RENSI e SCHENINI, 2006; COELHO, 2004). Quando existir impossibilidade de executar os níveis anteriores, a reciclagem de resíduos e emissões devem ser feitas fora da empresa (nível 3), por meio de reciclagem externa de estruturas e materiais ou de uma reintegração ao ciclo biogênico, ou compostagem (RENSI e SCHENINI, 2006; COELHO, 2004).

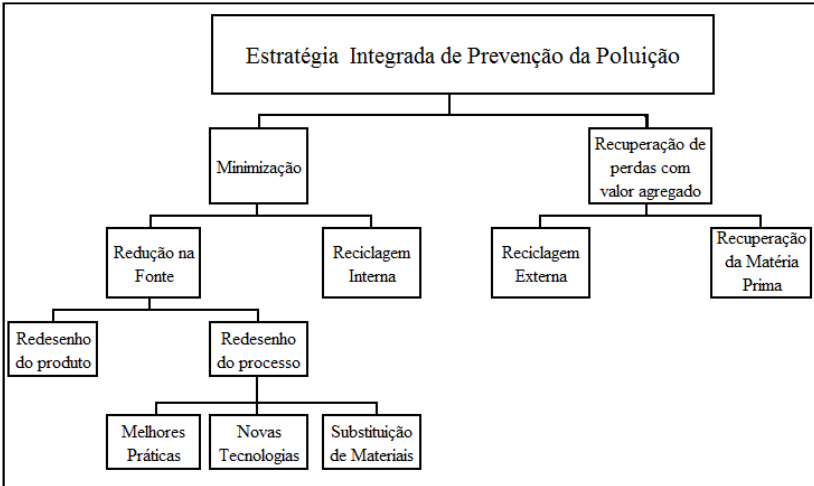
Dodic et al. (2010) defendem as práticas de P+L como um conjunto de estratégias que pode ser implementado através de um percurso sequencial, de acordo com as necessidades específicas e disponibilidade de fundos, dentro de uma abordagem integrada. O processo tem duas direções principais, segundo o autor citado: a) a minimização ou a prevenção da poluição em primeira estância; b) em caso de resíduos ou perdas serem geradas, a recuperação ou a reciclagem desses.

O processo de minimização de geração de resíduos e perdas inicia a redução na fonte que parte dos princípios de redesenho do produto ou do processo segundo Dodic et al. (2010). Segundo o autor citado, as práticas de solução dos problemas no processo levam em conta a análise das melhores práticas adotadas no mercado, a implementação de novas tecnologias e a substituição de materiais poluidores. Não sendo possível a minimização na fonte geradora de resíduos e perdas, alternativas de reciclagem interna devem ser promovidas (DODIC et al., 2010). A recuperação de perdas com agregação de valor é endereçada em último caso, partindo de alternativas de reciclagem externa ou da reintegração das perdas ou resíduos como fonte de matéria prima ou de energia (DODIC et al., 2010). A figura 6 demonstra o fluxo de práticas para a prevenção da poluição de forma estratégica e integrada, segundo Dodic et al. (2010).

Van Berkel (2000) destaca para os processos produtivos práticas de conservação da matéria prima e energia, eliminando produtos tóxicos e reduzindo a quantidade e toxicidade de todas as emissões e resíduos antes de deixar o processo. Para produtos, medidas de redução do impacto ambiental em todo o ciclo de vida do produto, da extração da

matéria prima até a sua disposição final e finalmente, para serviços implica em medidas de incorporação de preocupações ambientais em projetar e entregar os serviços (VAN BERKEL, 2007, 2000).

Figura 6 – Estratégia Integrada de Prevenção da Poluição.



Fonte: Dodic et al. (2010).

As medidas, ou práticas podem ser normalmente aplicadas em cinco áreas de atuação do processo produtivo, denominadas cinco categorias de prevenção da P+L, de acordo com a UNEP (1994). DODIC et al. (2010) traz uma abertura em mais categorias, de acordo com a Figura 6, diferenciando da visão original da UNEP (1994) apenas na quebra das ações de reciclagem e recuperação (reuso) da matéria prima utilizada em dois processos distintos, demonstrando que a visão da UNEP (1994) pouco foi alterada nos últimos anos.

A UNEP (1994), originalmente, destaca a mudança dos processos produtivos envolvendo a aplicação das práticas de:

1. Modificações de Produto: modificação das características do produto para reduzir seu ciclo de vida, reduzindo os impactos ambientais; a vida útil do novo produto é expandida, o produto é de fácil reparo, ou sua manutenção é menos poluente; alterações de embalagens também são consideradas como modificações de produto;
2. Melhora na operação: manutenção de equipamentos; melhora na operação e nos procedimentos de gestão; refere-se a alterações nos procedimentos operacionais e de gestão,

- a fim de eliminar resíduos e geração de emissões; exemplos disso são a prevenção de derramamento, a instrução e o treinamento dos trabalhadores;
3. Mudança ou Substituição de Matéria prima: substituição de insumos pelos ambientalmente corretos; Refere-se à utilização de matérias-primas menos poluentes e adjuvantes e de uso de auxiliares de processos, tais como lubrificantes, refrigerantes e materiais de limpeza, com um tempo de vida útil mais longa;
 4. Modificação de Tecnologia: modificação ou aperfeiçoamento das tecnologias existentes com foco na eficiência e facilidade de produção, reduzindo o desperdício; incluem, por exemplo, a automação de processos melhorados, a otimização de processos, o redesenho de equipamentos ou substituição desses;
 5. Reuso e reciclagem: recuperação e reutilização de materiais, energia e água; refere-se a aplicação útil de materiais de desperdícios ou poluentes na empresa, onde estes foram gerados, através da reutilização como matéria prima de recuperação ou da criação de outros produtos.

Todas as perdas, em produtividade, riscos e ineficiências podem ser categorizadas em pelo menos uma dessas cinco categorias, segundo Van Berkel (2007) e a UNEP (2001), e envolvem: a troca por matérias prima que apresentam menor toxicidade, renováveis ou com maior tempo de uso na produção (DODIC et al., 2010; BERKEL, 2007; CNTL, 2006; UNEP, 1994) a mudança ou aperfeiçoamento dos equipamentos existentes com o objetivo em aumentar a efetividade produtiva, reduzindo o desperdício e a geração de emissões; o aprimoramento das questões que se refere às ações gerenciais e operacionais para evitar vazamentos, derramamentos, perdas produtivas em geral, fazendo cumprir instruções operacionais existentes (VAN BERKEL, 2007; UNEP, 2001; UNEP 1994); as modificações das características do produto a fim de minimizar os impactos ambientais durante ou após a sua utilização e a reutilização de resíduos, quer no mesmo processo ou em outra aplicação incluindo a transformação de resíduos em subprodutos (DODIC et al., 2010; VAN BERKEL, 2007; CNTL, 2006; UNEP, 2001; UNEP 1994).

O quadro 2 apresenta as cinco categorias de atuação da P+L nos processos produtivos e seus conceitos, bem como alguma das práticas e exemplos de aplicação já adotados em empresas de manufatura (VAN BERKEL, 2007; UNEP, 2001).

Van Berkel (2000) relata uma série de práticas de P+L nos processos industriais. O quadro 3 divide essas práticas em dois modos de aplicação, o primeiro envolvendo baixo ou nenhum custo de investimento e o segundo modo envolve investimentos considerados medianos e, alguns, de alto valor. As práticas, segundo o autor, têm como objetivo reduzir a unidade de material, de energia e consumo de água por produto produzido, e também a redução dos resíduos de tratamento, com redução de carga poluente em vários fluxos do processo, incluindo resíduos sólidos, líquidos e de emissões para o ar.

Quadro 3 – Práticas de P+L para processos industriais.

Prática de PMaisL	Exemplos típicos de baixo / nenhum custo	Exemplos típicos de médio / alto custo
1. Modificação de Produto	<ul style="list-style-type: none"> • Pintura alto sólidos e tintas para reduzir o uso de solventes durante a produção e aplicação do produto; • Preferir embalagens ambientalmente adequadas (por exemplo, embalagem menos impactantes ou reutilizáveis, materiais recicláveis). 	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolver produtos <i>premium</i> para mais serviço de tempo de vida (por exemplo, refrigerantes, lubrificantes); • Desenvolver mais "verde" produtos que são mais seguro para o cliente e representam menos riscos para o ambiente.
2. Mudança de Matéria Prima	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de detergentes biodegradáveis; • Uso de materiais de alto grau de pureza 	<ul style="list-style-type: none"> • Substituir catalisador tóxico por • Substituir o material não renovável por material renovável. • Fazer uso de energia renovável.
3. Modificação de Tecnologia	<ul style="list-style-type: none"> • Instalação de processo adequado, instrumentação para medir e otimizar as condições do processo; • Use limpadores de parede mecânicos de tanques para sucata de produto de paredes do tanque depois de um lote do produto foi esvaziado (ex. tintas, resinas, etc.). 	<ul style="list-style-type: none"> • Melhor mistura de reatores para reduzir geração de emissões; • Adotar via de síntese alternativa para evitar processo subproduto tóxico ou tóxico intermediário; • Converter de lotes para processos • Desenvolver catalisador mais seletivo.
4. Manutenção e Limpeza	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitação de funcionários em armazenamento do material e procedimentos de manuseio; • Detecção de vazamentos e derramamento e programas de prevenção; • Uso de bandejas para derramamento e gotejamento para recuperar perdas de transferência manual do material operações. 	<ul style="list-style-type: none"> • Maximizar o tamanho dos lotes, e seguir com um produto semelhante que não pode exigir limpeza de equipamentos entre os lotes. • Equipamento dedicado para grandes volume de produção.
5. Reuso e Reciclagem	<ul style="list-style-type: none"> • Use de lavagem contracorrente, aquecimento, etc.; • Limpeza a seco e reutilização de material recuperado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Enxague com solvente compatível, armazenagem do solvente para uso em próximo lote de produto • Recuperação de calor de correntes quentes de processo.

Fonte: Van Berkel (2000).

Quadro 2 – Categorias, Conceito e Práticas da Produção Mais Limpa.

Categoria (UNEP; 2001;1994)	Conceito (UNEP; 1994)	Práticas (VAN BERKEL; 2007)	Exemplos (CNTL; 2006)
1. Mudança de Matéria Prima	Consiste em aplicar opções relacionadas com mudança de matéria prima que são menos poluentes, renováveis e com maior tempo de vida útil na produção	Uso de Materiais de melhor qualidade obtendo melhor rendimento, menos variabilidade de produção e qualidade do produto.	Reduzir o uso de fósforo e fosfatos, substituir filmes baseado em água por filmes secos em componentes eletrônicos;
2. Mudança de Tecnologia	Modificar ou substituir equipamentos de produção existente com o objetivo de obter maior eficiência e menor desperdício e geração de emissões	Condições de processamentos melhoradas, mudança de Procedimentos Operacionais(PH, Temperatura, Pressão, Vazão, Dosagem, etc.)	Filtragem e Lavagem: reciclar solventes usados; Limpeza de Peças: Uso de dispositivos mecânicos de limpeza, melhorar a drenagem antes e após a limpeza;
3. Mudança de Práticas Operacionais	Envolve opções que se refere às ações gerenciais e operacionais para evitar vazamentos, derramamentos, perdas produtivas em geral, fazendo cumprir instruções operacionais existentes, controlando os processos.	Planejamento de Produção Eficiente reduzindo a necessidade de cruzar produtos incompatíveis; Gestão de energia evitando necessidade de equipamentos de carga alta;Manutenção de moldes e máquinas para trabalhar com alta eficiência; Gerenciamento de Perdas.	Revisão do Fluxo Produtivo reduzindo contaminação e necessidade de limpeza; Sistemas de Planejamento de Produção e de Carga Máquina; Plano e Execução de manutenção preventiva;
4.Mudança das características do Produto	Modificações das características do produto a fim de minimizar os impactos ambientais durante ou após a sua utilização.	Reprojeto, Inovação	Produtos com menor grau de brancura(sem agentes de coloração); Minimização da embalagem; Produtos facilmente desmontáveis e recicláveis
5. Reuso e Reciclagem	Consiste na reutilização de resíduos, quer no mesmo processo ou em outra aplicação. Também na transformação de resíduos em subprodutos.	Reciclagem e Reutilização de água, energia, resíduos e produtos químicos em geral	Sistema de recuperação de vapor para recuperar solventes orgânicos, Logística Reversa de Peças e produtos Trocados, desmontagem, reciclagem e reuso de resíduos.

Fonte: Construído pelo autor com base em Van Berkel (2007); CNTL (2006); UNEP (2001); UNEP (1994);

Para o ramo de eletrodomésticos da linha branca, algumas práticas foram demonstradas por Vickers (2000) em um estudo de caso sobre como uma empresa desse setor no Reino Unido adotou o referencial de empresa de “Eco Eletrodomésticos” com uma abordagem de melhoria ambiental através da aplicação de critérios ambientais, de produção mais limpa, no design e produção de máquinas de lavar resultando na construção de uma política ambiental associada a uma campanha de marketing verde. O autor concentrou seu estudo nas iniciativas ligadas a perdas produtivas em geral, envolvendo a geração desnecessária de estoques e as perdas e desperdícios no fluxo produtivo. Vickers (2000) destaca que as iniciativas de Just in time, Lean Manufacturing and Quality resultaram num número de melhorias significativas de eficiência de fabricação alcançada ao longo de um curto espaço de tempo, resultando em seguida, segundo o autor, na adoção de uma abordagem proativa no sentido de minimizar os impactos ambientais de suas atividades. Esse compromisso foi demonstrado, por um lado, na adoção de uma política ambiental escrita com os seguintes objetivos:

1. Treinamento e conscientização voltados à conservação de recursos ambientais, bem como a expectativa de um compromisso semelhante de seus fornecedores;
2. Criação de uma comissão ambiental voltada para a promoção de uma abordagem integrada e estratégica das questões de meio ambiente.

Ainda segundo Vickers (2000), outro principal aspecto da companhia em relação a abordagem para a melhoria ambiental, baseado nas técnicas da P+L, foi a adoção da análise do ciclo de vida para o projeto de novos produtos e a auditoria ambiental nas plantas de fabricação. Um número de ações tomadas ilustra a extensão do programa de melhoramento ambiental usadas como plataforma para a inovação, aprendizado técnico e de gestão pessoal:

1. No processo de desenvolvimento de produtos abordou uma lista de controles ambientais que foi criada para orientar os designers na fabricação, uso, seleção de materiais, etc. Este simples movimento foi apoiado por outras mudanças organizacionais e culturais para uma abordagem interdisciplinar mais integrada para o design com consideração das questões ambientais na fase de projeto conceitual, no desenvolvimento de produto e também na solução de problemas atuais relacionados com o ambiente. Tais questões foram resolvidas por meio de interações

- frequentes entre o pessoal em design, fabricação e marketing;
2. Para fornecedores consistiu a necessidade de uma ação conjunta, baseada nos conceitos de Lean Manufacturing e Just in time, aperfeiçoando a disponibilidade do estoque, trazendo redução de volume e a reciclagem de materiais rejeitados;
 3. Na Fabricação de produtos envolveu auditorias ambientais nos processos de fabricação voltada à gestão de redução de desperdício, controle estatístico de processo e de geração de resíduos e emissões.

Por fim, Vickers (2000) relata a criação de um relatório ambiental muito mais qualitativo do que quantitativo, entretanto, expressando claramente a visão da alta liderança da empresa em transmitir que o pensamento ambiental e prática tinham começado a ser tomado como um aspecto explícito da política da empresa, tendo influenciado muitas áreas de atividade da empresa: design de produto, fabricação, fornecedores, embalagem.

Do ponto de vista de gestão da produção mais limpa, indicadores ajudam os líderes a tomar decisões ambientalmente saudáveis para uma gestão eficaz (PETERSON e GRANADOS, 2002; VICKERS, 2000). Segundo os autores citados, alguns desses conjuntos de indicadores estão voltados a quantificar estratégias preventivas da geração da poluição, tal como a produção mais limpa.

Peterson e Granados (2002) sugerem a adoção dos indicadores da análise do ciclo de vida do produto na contabilização e demonstração das práticas de produção mais limpa. Tais indicadores podem não só serem usados na comparação entre diferentes tecnologias de processos, mas também na identificação de pontos onde o sistema de produção, ou processos, apresentam impactos ambientais significantes, ou impactos para a saúde humana, sinalizando os locais mais importantes para a tomada de ações (PETERSON e GRANADOS, 2002; GRAEDEL e SAXTON, 2002). Os indicadores da análise do ciclo de vida cobrem os elementos associados às fontes de energia relacionadas à cadeia produtiva industrial (CHEN et al., 1999). O quadro 4 fornece uma visão destes indicadores, segundo Peterson e Granados, 2002.

Quadro 4 – Contabilização das Práticas da P+L: Indicadores.

Elementos	Indicador
Entradas	<ul style="list-style-type: none"> · Eficiência de extração de matérias-primas; · Eficiência do uso da energia para o fornecimento de materiais para realização das etapas dos processos; · Eficiência de utilização de energia para o processamento de materiais e fabricação
Processos	<ul style="list-style-type: none"> · Uso da água, eficiência de recuperação e reutilização de produtos; · Eficiência da matéria-prima usada por produto; · Eficiência de energia por processo de produção (energia consumida por unidade de produto, ou por unidade de atividade econômica); · O desempenho da segurança durante a fabricação voltada à redução do uso de tóxicos; · Eficiência da reciclagem e da reutilização de produtos.
Emissões / resíduos	<ul style="list-style-type: none"> · As emissões dos processos durante a fabricação; · Produção de resíduos de cada etapa da produção; · Total de resíduos tratado pelos meios; · Total de resíduos gerados sobre total de matéria prima usado na produção.
Custos	<ul style="list-style-type: none"> · Custo de tratamento de resíduos sobre os custos industriais de produção ano; · Valores salvo por kg de resíduos reduzido ano; · Valores salvos por total dos valores Gastos em mudanças nos processos de produção / ano; · Valore salvos com resíduos por atividade industrial / ano; · Valores salvos em custos reduzidos de responsabilidade decorrentes da redução em resíduos perigosos gerados.

Fonte: Peterson e Granados (2002).

Reddy e Balachandra (2003) analisaram vários fatores que influenciam os níveis atuais de consumo de energia na Índia contra as novas tecnologias e perspectivas do meio ambiente. Dois cenários, de linha de base, bem como Planejamento Energético Sustentável são discutidos. O cenário inclui a implementação de medidas de eficiência energética, troca de combustível, preço racional, etc. As possíveis reduções nos níveis de demanda energética devido a estas medidas são estimadas usando um modelo matemático (REDDY; BALACHANDRA, 2003). Os resultados indicam que os níveis de consumo de energia em 2010 são projetados para diminuir em cerca de 13% (em relação ao cenário de base), se as medidas sugeridas fossem implementadas. O declínio correspondente nas emissões de CO₂, também será de cerca de 13% (REDDY; BALACHANDRA, 2003). O custo da aplicação dessas medidas, segundo os autores, será significativamente menor do que a necessária para o abastecimento da linha de base adicional. Isto porque a maioria das medidas sugeridas são rentáveis ou exigem apenas mudar de atitude ou políticas (REDDY; BALACHANDRA, 2003).

Shu et al. (2012) analisam um novo modelo de produção de porcelanato com benefícios significativos à redução de impactos ambientais. Shu et al. (2012) validam um processo de preparação da matéria-prima chamado de droplet powder que constitui no processo de granulação com base na moagem molhada dos materiais de entrada, ao invés do processo seco de prensagem do pó cerâmico. O processo foi recentemente proposto para aspirador de pó de produção de cerâmicos e, em comparação com o processo de secagem por pulverização, reduz significativamente as emissões de partículas no ar (98%), do consumo de energia de consumo (24%), e água (69%), através da prensagem de pó cerâmico (SHU et al., 2012), um processo totalmente a seco.

Rubio et al. (2012) propõem o uso do Asfalto aquecido – warm mix asphalt (WMA) - como uma tecnologia que permite redução significativa da produção de temperatura para pavimentação de asfalto ao invés do modelo convencional quente - hot mix asphalt - (HMA). A mudança de tecnologia envolve a redução da viscosidade do betume, material utilizado da mistura, segundo os autores citados. A tecnologia WMA pode reduzir a temperatura para 100°C e ainda mais baixa, sem comprometer o desempenho do asfalto e promete vários benefícios comparados com a HMA, por exemplo, redução das emissões de gases de efeito estufa, reduzindo o consumo de energia, melhores condições de trabalho e de compactação (RUBIO et al., 2012). Ainda segundo

Rubio et al.(2012) os testes com a tecnologia de WMA mostraram ganho de energia de 18% para o WMA e indicou que a quantidade de redução é principalmente atribuída à redução na temperatura de aquecimento da unidade de produção e, desde que o combustível fóssil é usado principalmente como a energia fonte também foi provado que a redução tem efeito direto sobre a redução dos gases de efeito estufa na atmosfera.

Hasanbeigi et al. (2012) estudaram 13 plantas têxteis de cinco grandes sub-setores da indústria têxtil no Irã para medir a intensidade energética de cada planta e comparar com outras plantas dentro do mesma sub-setor. Os resultados mostraram que a gama de intensidades de energia para as plantas em cada sub-setor variam significativamente, demonstrando que processos podem ser otimizados simplesmente com comparação de tecnologias (HASANBEIGI et al., 2012). O estudo demonstrou que as inovações tecnológicas devem ser aplicadas nas motorizações de um sub-setor específico, podendo alcançar reduções de cerca de 45% em economia de energia (HASANBEIGI et al., 2012).

Zhang et al. (2012) relatam o alto consumo de produtos químicos nocivos ao homem e ao meio ambiente nos processos produtivos de produtos biológicos e propõem uma alternativa de processo que recupera em 95% dos produtos utilizados nos processos fabris através de uma tecnologia de fermentação e cristalização. O estudo piloto demonstrou que o consumo de ácido sulfúrico, amoníaco líquido e outros materiais suplementares podem ser substancialmente reduzidos, ao passo que a quantidade de concentrados de efluentes caiu de 9,8 para 1,6 m³/t-GA através de tratamentos adicionais de evaporação e centrifugação (ZHANG et al. , 2012). O sulfato de amônio na solução-mãe originou a cristalização de segundo estágio, podendo ser recuperados, promovendo economia e ganho ambiental no processo de produção (ZHANG et al., 2012).

Agustina et al. (2011) estudaram as ligas de alumínio que são amplamente utilizadas nas indústrias aeronáutica, aeroespacial e automotiva dos processos de fabricação mais importantes. Por ter uma resistência elevada, mesmo a temperaturas elevadas, bem como a baixa densidade, o alumínio tem alta demanda na indústria de manufatura. No entanto, estes materiais podem frequentemente apresentar problemas relacionados com o calor gerado durante o processo de usinagem, que reduz a sua usinabilidade e a geração dos fluidos de corte que são ainda largamente utilizados e apresentam problemática em relação às questões sociais ligadas aos impactos ambientais (AGUSTINA et al., 2011). Os autores propõem o uso de uma tecnologia de produção mais limpa,

denominada usinagem a seco, em que não são empregados os fluidos de corte. Esta situação torna necessária a busca de combinações de parâmetros de corte e tipos de ferramentas que melhorem a usinagem naquele trabalho extremo. Neste estudo foram analisados em termos de rugosidade da superfície e a morfologia das fichas obtidas, utilizando ferramentas com revestimento diferenciados, chegando a conclusão que a qualidade da superfície do alumínio melhora com a descida do alimento e com o aumento da velocidade de corte, sendo a alimentação do parâmetro de corte mais influente na rugosidade da superfície (AGUSTINA et al., 2011).

Zhi-Doung et al. (2011) propuseram uma série de modificações na indústria farmacêutica envolvendo todas as categorias de práticas da P+L, tais como: o uso de solventes para recuperar matéria prima utilizada; mudança de tecnologia para absorver a amônia no processo de exaustão; melhoria no processo de armazenamento reduzindo a produção e o acúmulo de poeira; desfosforização de águas nos processos produtivos para reutilização; reciclagem do metanol para ser usado em procedimentos não produtivos.

Dodic et al. (2010) defendem o uso de bioprocessos mais limpos na indústria têxtil, na indústria de alimentos e de Biocombustíveis. A abordagem de utilização de enzimas como substitutos de catalisadores químicos na indústria têxtil, na indústria de alimentos e na indústria de biocombustíveis produzem uma redução significativa ou a eliminação completa de produtos químicos pode ser alcançado e a custo de produção reduzido, economizando água e energia (DODIC et al., 2010).

Buyukbay et al. (2010) relatam as perdas nos processos produtivos em relação ao uso de produtos químicos e contaminações da água na indústria de placas de circuito impresso. Uma nova tecnologia eliminou o consumo de água e produtos químicos, usando revestimentos livres de chumbo, a recuperação de amoníaco usado, reutilização de produtos de microdecapagem e a reciclagem dos produtos usados na drenagem da placa (BUYUKBAY et al., 2010). Segundo Buyukbay et al. (2010) a mudança de tecnologia demonstrou que é capaz de recuperar o cobre utilizado e também minimizar o uso de chumbo com um retorno de investimento em um tempo aproximado de 1,5 a 2 anos.

Shu et al. (2010) testou um limpador de processo de produção, chamado pelos autores como gotículas pó processo de granulação (DPGP). O processo tem como principal objetivo evitar a poluição do ar e de alto consumo de energia na preparação da cerâmica por via húmida tradicional (WP) que se tornou a principal barreira para o

desenvolvimento sustentável da indústria de revestimentos cerâmicos de fabricação. O novo processo, em comparação com WP, pode reduzir tanto emissão de poluentes de poeira em 98%, 65% de óxidos de enxofre e óxidos de nitrogênio e 71% de consumo de recursos de matéria prima, energia em 24% e 69% de água (SHU et al., 2010).

Savitha et al. (2009) desenvolveram uma planta de tratamento eficaz para o tratamento de efluentes de uma indústria alimentícia. O processo representava uma ameaça para as massas de água devido à sua carga orgânica, segundo os autores. Os resultados experimentais mostraram que, com o tratamento anaeróbio de inóculo misto, durante dez dias, seguido por seis dias de tratamento de fungos, foi possível o tratamento eficaz dos efluentes. O novo processo mostrou uma maior eficiência na tratamento de efluente de fábrica de sagu as estirpes parentais (SAVITHA et al., 2009). Os estudos de fito toxicidade revelaram que 50% dos fungos foram diluídos e o restante foi tratado e utilizado como estimulante para o crescimento de plantas. O biogás e metano gerados após a digestão do lodo puderam ser utilizados como fonte de energia térmica para assar os grãos de sagu e a lama produzida poderia ser usada como um fertilizante orgânico para a cultura de plantas (SAVITHA et al., 2009)

Nosrat et al. (2009) propõem o uso de vidro reciclado para a fabricação de células fotovoltaicas. Desta forma, as reduções potenciais de apenas uma das plantas de fabricação podem chegar a cerca de 30.000 toneladas por ano em matéria-prima e mais de 220.000 GJ por ano em energia incorporada. Os benefícios para a industria e para o ambiente envolvem: a redução do consumo de matérias primas; redução da libertação de CO₂ formado na reação química das matérias-primas; aumentar a vida útil do forno em até 30% devido às temperaturas de fusão mais baixas; reduzir o uso de energia durante a fase de fusão produção e, assim, reduzir gases de efeito estufa adicionais e os custos operacionais; a redução dos custos associados com o controle da poluição redução devido à redução das emissões de gases nocivos (NOSRAT et al., 2009).

Fresner et al. (2007) desenvolveram a abordagem de emissão zero para fábricas com processos de galvanização. O método consiste em uma análise para descrever o desempenho atual da planta, em termos de produção de entrada de água, e a entrada de substâncias químicas. O segundo passo foi calcular o consumo mínimo teoricamente possível utilizando o equipamento actual e o terceiro passo foi a comparação do presente com a situação ideal para identificar as opções de otimização, drenagem melhorada de dosagem, de produtos químicos, controle de

água de lavagem e a mistura em tanques (FRESNER et al., 2007). Para facilitar os cálculos, a Microsoft desenvolveu um programa, Programa de Análise de Emissão Zero (ZEPRA), que permite calcular o consumo de água ideal de diferentes configurações, arraste para diferentes formas, condições de superfície das partes, e alterações nas concentrações de banhos de ativos (FRESNER et al., 2007). Segundo o autor citado, a tecnologia de banco de dados foi desenvolvida incluindo informações sobre diferentes tecnologias para ampliar o tempo útil de galvanização por banhos ou reciclar soluções utilizadas e água de lavagem. Segundo Fresner et al. (2007), as medidas implementadas com base nas análises realizadas proporcionaram: a redução do consumo de água na planta de decapagem em 50%; a utilização de produtos cáusticos para gasto com banhos de processo gastos e da implementação de uma usina de eletrólise para recuperar o cobre no fabricante de placa de circuito impresso em cerca de 20 kg/dia; a otimização do banho galvanizador de decapagem por mergulho quente com redução de 50% do consumo de ácidos; a otimização do pulverizador de cobre para impressão com Redução de consumo de água em 50%, além da redução de consumo de ácido em 40%.

Xu et al. (2006) relatam o desenvolveram de um novo processo de produção de óxido de cromo. O processo tradicional, utilizando para fabricação de óxido de cromo a partir do minério de cromita tem baixos recursos e baixa eficiência energética, segundo Xu et al. (2006). O novo processo para limpar a base de óxido de cromo foi desenvolvido, com base nos princípios da P+L, reduzir, reciclar e reutilizar. A produção piloto realizada e os testes demonstraram que a produção de cromo teve rendimento superior a 99% e a quantidade produzida de cromo contendo resíduo foi apenas um quinto do processo tradicional (XU et al., 2006).

Gumbo et al. (2003) propõem a troca dos processos industriais de demanda de água, baseados em tecnologias obsoletas devido às dificuldades financeiras, institucionais e legais, por processos em circuito fechado, ou seja, que podem reaproveitar o uso da água através do tratamento de efluentes ou da adição de sistemas de refrigeração. Os autores estudaram três empresas para identificar oportunidades potenciais em reduzir o consumo de água e uso de materiais e minimização de resíduos. As empresas eram compostas de uma empresa de galvanização, de produção de refrigerantes e de uma indústria de refino de açúcar.

Os resultados mostraram que a indústria de galvanização poderia economizar até 17% de água através da reciclagem de água de têmpera quente, com base no uso de um sistema de resfriamento,

reduzindo o consumo de água substancialmente além de minimizar a entrada de recursos e os resíduos subsequentes, tendo assim, a redução da poluição em recursos finitos de água doce (GUMBO et al., 2003). Segundo Gumbo et al. (2003) a empresa de refrigerante pode eliminar o uso de materiais tóxicos, ou seja, o cloreto de amônia, e reduzir a utilização de ácido clorídrico pela metade através da utilização de uma câmara de aquecimento por indução, em vez de chumbo, durante a etapa de recozimento. Para a fabricação de refrigerantes, ainda segundo os autores, o consumo de água poderia ser reduzido em 5% através da reciclagem de filtro de água de retrolavagem através do tratamento de água utilizada na planta (fábrica). O uso de um sistema de permutador de calor na indústria de refinação do açúcar pode reduzir a ingestão de água em aproximadamente 57 m³/100t de matéria prima (açúcar) e de volume de efluentes em cerca de 28 m³/100 t de açúcar bruto (GUMBO et al., 2003).

Algumas publicações, como as citadas anteriormente, descrevem práticas da P+L e suas particularidades tecnológicas, tendo como princípio a minimização de perdas, a redução do uso de substâncias tóxicas e a prevenção da poluição visando a redução de impactos ambientais, trazendo além da prevenção da poluição, outros resultados positivos para o negócio.

2.1.7 Avaliação do Nível de Conhecimento e Aplicação da P+L nas Empresas

Zhi-Dong (2011) afirma que a avaliação formal do nível de conhecimento e aplicação da P+L consiste em uma forma científica de estabelecer um nível, ou grau, de conhecimento e da absorção das práticas da produção mais limpa nas empresas.

Howgrave-Grahan e Van Berkel (2007) afirmam que a avaliação da absorção da produção mais limpa nas empresas pode ser visto como um processo de verificação, ou de mensuração, de como a empresa entende, absorve, aplica e compartilha as inovações tecnológicas, o conhecimento, as mudanças e os resultados produzidos pelas práticas de P+L. Segundo os autores citados, tem como objetivo: a sensibilização da empresa através do conhecimento de quais tecnologias que produzem a produção mais limpa estão disponíveis; a associação das práticas da P+L com os resultados obtidos, processo no qual a empresa reconhece o valor das implementações tecnológicas para a organização; a assimilação da P+L, ou seja, o processo pelo qual a

empresa comunica essas práticas dentro da organização, criando oportunidade para aplicação; a aplicação da P+L, ou seja, o processo pelo qual a empresa aplica as práticas da P+L para obter vantagem competitiva.

Van Berkel (2000) afirma que o diagnóstico do conhecimento e da aplicação da P+L contribui para as mudanças no modelo de gerenciamento e na avaliação das empresas e para a construção de um nível, ou grau, de aplicação da produção mais limpa na empresa assim que a avaliação é finalizada. A UNIDO (2011) enfatiza que um diagnóstico, ou análise, sobre o nível de conhecimento e de aplicação da produção mais limpa deveria ser conduzida de maneira sistemática com o objetivo de: gerar exemplos locais de práticas, ou casos, que poderiam ser usados como parte do programa de treinamento ou de conscientização da P+L; construir a cultura de produção mais limpa nas empresas, ponto crucial para a sustentabilidade em longo prazo tanto para a estratégia como para a empresa; estabelecer um método para construir competência em todos os níveis da empresa; ajudar as empresas com uma visão inicial do potencial das práticas da produção mais limpa e na formação de uma base para uma reforma política.

No entanto, é necessário que esse processo seja conduzido de uma forma estruturada para obter uma avaliação adequada e consistente sobre o nível de conhecimento e de aplicação das práticas da P+L na empresa (UNIDO, 2011).

A eficácia e a profundidade de absorção da P+L podem ser avaliada com base no impacto das ações da P+L na empresa, por exemplo: os resultados das poupanças realizadas com a aplicação da P+L; o alinhamento melhor com as prioridades de negócio; o nível de envolvimento dos funcionários nos projetos que envolvem a aplicação de conceitos da P+L; o modo como a empresa desenvolve o senso de produção mais limpa como uma base para mais realizações no futuro (HOWGRAVE-GRAHAN e VAN BERKEL, 2007).

Howgrave-Grahan e Van Berkel (2007) estabeleceram e testaram um método qualitativo para a medição do Nível de Absorção da P+L aplicado ao Sistema de Gestão Ambiental (SGA) de empresas de diversos setores da Austrália. O método foi estruturado para obter uma pontuação para medir:

- Conscientização: indicador do nível de consciência do P+L, com especial referência às ideias e práticas subjacentes e da consciência do potencial de redução de impacto ambiental e dos benefícios econômicos;

- Gerenciamento: indicador da presença de recursos e de ferramentas de gestão ambiental dentro o negócio, refletindo o nível de incentivos criados dentro do negócio no dia-a-dia das operações para identificar e buscar oportunidades de P+L;
- Implementação: indicador para a implementação efetiva das práticas de P+L, ou oportunidades semelhantes dentro da empresa sobre o três anos anteriores.

Embora a implementação e pontuações de gestão representam o valor operacional e sistêmico do impacto da P+L, o método foi considerado, pelos autores citados, insuficiente para avaliar adequadamente o impacto técnico, ou seja, o impacto ambiental atingido pelas práticas da P+L.

Para cada uma das trez componentes de avaliação (Conscientização, Gerenciamento e Implementação) foi dada uma escala de 100 pontos, refletindo o entendimento dos autores (HOWGRAVE-GRAHAN e VAN BERKEL, 2007) sobre os principais impulsionadores e formadores de efetiva aplicação da P+L nas empresas. O quadro 5 mostra o componente avaliado, o critério de avaliação e a pontuação que poderá atingir.

Esse modelo, ou sistema de classificação, foi ampliado em um questionário de entrevista para uma entrevista de 10 e 15 minutos com o gerente da empresa (se disponível), segundo Howgrave-Grahan e Van Berkel (2007). A pesquisa deve ser rápida especificamente para evitar que o entrevistado conheça antecipadamente o propósito detalhado da pesquisa, evitando tendência de manipulação dos resultados, e deve se dispor de tempo suficiente para fazer os entrevistados mais passíveis de contribuir, de acordo com Howgrave-Grahan e Van Berkel (2007). Deve também iniciar com as questões de implementação (que não se referem a questões ambientais diretamente), e depois a introdução das questões de gestão (que lida com a gestão ambiental, mas não especificamente com a P+L), evitando respostas pré-formuladas, estabelecendo cuidados para evitar a manipulação dos resultados obtidos, de acordo com Howgrave-Grahan e Van Berkel (2007).

Um outro cuidado específico que se deve ter na entrevista, segundo Howgrave-Grahan e Van Berkel (2007), é a questão da disponibilidade de tempo e, conseqüentemente, a obtenção de resposta limitada devido ao gerente (CEO se disponível) estar com pressa ou ocupado quando entrar em contato com a empresa. Segundo os autores citados, este iria distorcer os resultados e como consciência a

implementação ou incentivos de gestão pode ser subestimado para que entrevistado.

O sucesso da avaliação do nível de absorção e uso da P+L depende da colaboração do corpo de gestores da empresa e muito pouco das pessoas externas, tais como consultores ou pesquisadores (UNIDO, 2011; ZHI-DONG, 2011; HOWGRAVE-GRAHAN e VAN BERKEL, 2007). O corpo de pessoas não inclui somente gerentes, mas também pessoas do chão de fábrica envolvidas nas operações do dia-a-dia e também nas operações de manutenção (UNIDO, 2011; HOWGRAVE-GRAHAN e VAN BERKEL, 2007).

Ao todo, Howgrave-Grahan e Berkel (2007) avaliaram o método em cerca de 140 empresas de diversos setores da Austrália desenvolvendo um modo simplificado para se chegar a um indicador para o nível de consideração e implementação de P+L nas empresas. A fim de analisar a variabilidade dos resultados entre empresas do mesmo setor da economia, as empresas foram agrupadas, segundo os autores citados, de acordo com suas pontuações individuais, em cinco categorias⁴:

- Baixa Absorção da P+L: pontuação entre 0 e 20;
- Mediana Absorção da P+L: pontuação entre 21 e 40;
- Fortemente Engajada com a P+L: pontuação entre 41 e 60;
- Estado da arte da P+L: pontuação entre 61 e 80;
- Inovadora em P+L: pontuação entre 81 e 100.

A maioria das empresas pesquisadas por Howgrave-Grahan e Berkel (2007) demonstrou baixos níveis de análise e implementação da P+L, como refletido na média Pontuação de captação da P+L de apenas 27, de um potencial de 100. Os autores reforçam que o método ainda depende de certa quantidade de subjetividade e, portanto, carece de precisão na avaliação do rigor e profundidade de implementação da P+L e os benefícios ambientais e econômicos alcançados com sua implementação e sugerem a implementação desse método através de pesquisas e questionários escritos a fim de obter maior confiabilidade na obtenção dos dados.

Com o propósito de realizar um refinamento de forma sistemática do que se apresentou neste capítulo, a seguir será apresentada uma síntese analítica do referencial teórico.

⁴ Categorias semelhantes foram usados antes para classificação de relatórios ambientais por Jeyaretnam et al. (1999)

Quadro 5 – Sistema de Pontuação de Nível de Absorção da P+L.

Componente	Critério	Pontuação
Pontuação para Nível de Consciência da P+L: Identifica e estabelece um fator de nível de consciência sobre a P+L e a familiaridade com os seus Objetivos		
Entendimento da P+L (60 pontos)	Fornecer 3 características da P+L	20 pontos para cada característica listada
Apresentação de possíveis Benefícios (40 pontos)	Fornecer 4 Declarações sobre benefícios da P+L	10 pontos para cada declaração adequada
<i>Pontuação Máxima para Entendimento do P+L</i>		
Pontuação para Gerenciamento da P+L: Identifica a presença de incentivos de à gestão conducente à consideração e implementação da P+L		
Gerenciamento Ambiental (30 pontos)	Pessoas com responsabilidade sobre a gestão ambiental	20 pontos máximo
Responsabilidades	Considerações em relação ao meio ambiente e de uso da energia nas avaliações de projeto ou do dia-a-dia	8 pontos para CEO/Gerente 3 pontos para engenheiro/técnico, Gestor Ambiental e de EHS 5 pontos para inclusão de problemas ambientais 5 pontos para problemas de energia
	Gerenciamento Ambiental (30 pontos)	20 pontos, mas concedido se o entrevistado apresentar detalhes razoáveis do plano(ex., lista de ações priorizadas até a data)
Planejamento	Presença de um plano de gestão ambiental	10 pontos máximo. 4 pontos para cada Gerente, Gerente Ambiental ou Engenheiro
Conhecimento e Gerenciamento (40 pontos) de custos ambientais	Manutenção de registros separados para despesas de gás, combustíveis, energia, água e gestão de resíduos	1 ponto para cada qualquer outro funcionário envolvido.
		2 pontos para cada item do plano que tiver custos adicionados
		3 pontos adicionais se o líder for capaz de relacionar esses custos.
<i>Pontuação Máxima para Gerenciamento da P+L</i>		
Pontuação para Implementação da P+L: inclusão da P+L nas inovações implementadas pela empresa nos últimos três anos		
Inovações Recentes (50 pontos)	Cinco projetos listados pela empresa que tenham sido implementados para promover eficiência operacional	10 pontos para cada projeto considerado como P+L
Recente Redução de material (50 pontos)	Projetos listados no que diz respeito à redução de uso da água, redução do consumo de energia, redução de resíduos líquidos, a redução do lixo sólido e redução de emissões atmosféricas	10 pontos para cada projeto com benefício apresentado
<i>Pontuação Máxima para Implementação da P+L</i>		
Pontuação Integrada da P+L	[(Pontuação do Entendimento)+(Pontuação do Gerenciamento)+(Pontuação da Implementação)]	
Pontuação Integrada	100 pontos máximo	

Fonte: Howgrave-Grahan e Van Berkel (2007).

2.2 SÍNTESE DO REFERENCIAL TEÓRICO

O objetivo desse tópico é estruturar a teoria relacionada ao presente trabalho. O texto resultante desse referencial teórico considera artigos de periódicos nacionais e internacionais relevantes, e também, como se trata de um assunto bastante explorado mundialmente, publicações em simpósios nacionais e estrangeiros foram consideradas referências válidas aos métodos de pesquisa.

Com relação à produção mais limpa, o texto explora os conceitos, objetivos e justificativas, bem como o histórico do surgimento do conceito, discorrendo sobre as dificuldades e os fatores críticos para a implementação da P+L, finalizando com as práticas de produção mais limpa. Mais especificamente, destacam-se como pontos importantes para a condução do trabalho, a referência de práticas de produção mais limpa presentes nas indústrias de manufatura mundial e nacional para que a identificação dessas no objeto de estudo possa ocorrer de forma eficaz. Além desses conteúdos, foi identificada uma série de argumentos que demonstram a importância dos temas citados, e também identificou-se escassez na teoria no que tange a aplicação de práticas de produção mais limpa na indústria de manufatura da linha branca no país e no mundo.

O quadro 6 mostra uma síntese dos temas abordados nesta dissertação, seguidos de um detalhamento macro e respectivas referências de cada tema abordado.

Em relação aos conceitos e objetivos da P+L, os autores pesquisados basearam suas definições na visão desenvolvida e publicada pela UNEP (1994), atribuindo detalhes ou explorando atributos de forma mais contextualizada, saindo do âmbito conceitual e entrando nas questões operacionais, através da demonstração da aplicação dos conceitos em diversas empresas de vários setores.

Argumentos contraditórios sobre o surgimento da P+L foram identificados na revisão da literatura. Numa visão diferente da linha da UNEP (1994) e de Van Berkel (2007, 2000, 1996), que defendem a origem da P+L baseada em estudos sobre as carências legislativas e da indústria privada na prevenção da poluição, alguns autores (CHEN et al., 1999; WANG, 1999) afirmam que o surgimento da P+L está ligado a uma série de sucessivos paradigmas do gerenciamento ambiental, saindo da gestão passiva, passando pela contenção e caminhando para a proativa, ou de prevenção. No entanto, a totalidade das publicações que enfatizam o surgimento da P+L com base em programas industriais, voltado às ações preventivas com possibilidade de rentabilidade

financeira, remete para um histórico ligado às iniciativas de organizações privadas. Tais iniciativas, de acordo com a literatura estudada, possivelmente contribuíram para a aceleração dos avanços nos modelos de gestão ambiental, permitindo o surgimento de uma fase proativa onde investimentos em iniciativas de cunho ambiental obtivessem resultados financeiros, podendo contribuir com a rentabilidade do negócio.

Quadro 6 – Resumo do tema e autores abordados

Tema	Detalhamento macro	Referências
Produção Mais Limpa	Conceito e Objetivo	Fresner (1998); Kjaerheim (2005); Van Berkel (2000); UNEP (1994); Van Berkel (2007); Hamed e Margary (2004); Tseng <i>et al.</i> , 2009; Li e Chai (2007); O'brien (1999); Zhou <i>et al.</i> (2010); Li <i>et al.</i> (2011); Tseng <i>et al.</i> (2008). Dunn e Bush (2011); Tan (1997); Hiches e Dietmar (2007); Zhi-Dong <i>et al.</i> (2011), Van Berkel (1997); Ellenbecker e Geiser (2011); CNTL (2006b); Lindsey (2011).
	Histórico	Cruil <i>et al.</i> (1991); Berkel (2000); Van Berkel (2009); Luken e Navratil (2002); Van Berkel (1999); Bass (2006); Vlavianos-Arvanitis (1998); Luken e Navratil (2004); Glavic e Lukman (2007); Danihelka (2004); Stone (2006); Miller <i>et al.</i> (2008); Peneda e Frazão (1995); Fresner (1998) Bass (1998), Wolnik e Fisher (2006); Berkel (2007) Howgrave-Graham e Van Berkel (2007); Brown e Stone (2007) Yuksel (2008); Hamed e Mahgary (2004); Ghazinoory (2005); Duan <i>et al.</i> , (2011); Van Berkel (1996); Chen <i>et al.</i> (1999); Wang (1999); EEA (2002); Chen <i>et al.</i> (1999), Van Berkel (1999).
	Justificativa de sua aplicação	UNEP (2001); Bass (2007); Van Berkel (1999); Van Berkel (2006); Visvanathan e Kumar (1998); Taylor (2005); Fressner (1998); UNIDO (2011); Berkel (2000); Li <i>et al.</i> (2011); Guoa <i>et al.</i> (2006); Yong <i>et al.</i> (2010); Vickers (2000); Calia e Guerri (2006); Pimenta e Gouvinhas (2007); Severo <i>et al.</i> (2009); Silva <i>et al.</i> (2009); Fonseca e Santos (2011); Geiser (2002), Bass (2006), Vlavianos-Arvanitis (1998); Luken e Navratil (2004); Van Berkel (2000); Glavic e Lukman (2007); Danihelka (2004), Stone (2006).
	Barreiras para sua aplicação	Cebon (1993); Gunninghan e Sinclair (1997); Shin <i>et al.</i> (2008); Rossi e Barata (2009); KPMG (2012).
	Fatores Críticos para sua aplicação	Van Berkel (2007); Bass (2007); Overcrash (1996); Berkel (2000); Rossi e Barata (2009); Van Berkel (1994); Vickers (2000); Welford (1992); Willig (1994) ; Ruiz-Quintanilla <i>et al.</i> (1996). Huhtala <i>et al.</i> (2003).
Práticas	UNEP (1994); Van Berkel (2000); Van Berkel (2007); Corbett e Kleindroer (2001); Revlog (1998); Alumur <i>et al.</i> (2012); Yingjin <i>et al.</i> (2011); Mutha e Pokharel (2009); Vickers (2000), Welford (1992); Balzarova e Castka (2008); Pusavec <i>et al.</i> (2010); Seuring e Müller (2008), Rossi e Barata (2009); Martinez e Rachid (2005), Van Berkel (2006); Van Berkel (2007); Millher <i>et al.</i> (2008); Peneda e Frazão (1995); Fresner (1998) Bass (1998), Wolnik e Fisher (2006); Van Berkel (2007) Howgrave-Graham e Van berkel (2007); Brown e Stone (2007) Yuksel (2008); Hamed e Mahgary (2004); Ghazinoory (2005); Duan <i>et al.</i> (2011); Van Berkel (1996); Shen <i>et al.</i> (1999); Wang (1999); Calia e Guerri (2006); Fresner (1998); Giannetti <i>et al.</i> (2008); Andrews e Orbelli (2002); Altham (2007); Howgrave-Graham e Van berkel (2007); Domingues e Paulino (2009), Rensi e Schenini (2006); Overcash (1996); Cetesb (2006); CNTL (2006b); Coelho (2004); Dodic (2010); Peterson e Granados (2002); Graedel e Saxton (2002); Reddy e Balachandra (2003); Shu <i>et al.</i> (2012); Rubio <i>et al.</i> (2012); Hasanbeigi <i>et al.</i> (2012); Zhang <i>et al.</i> (2012); Marcos e Rubio (2011); Li <i>et al.</i> (2011); Buyukbay <i>et al.</i> (2010); Shu <i>et al.</i> (2010); Savitha <i>et al.</i> (2009); Nosrat <i>et al.</i> (2009); Fresner <i>et al.</i> (2007); Xu <i>et al.</i> (2006); Gumbo <i>et al.</i> (2003);	

Fonte: Autor.

Sob a ótica do porque da utilização das práticas da P+L, a justificativa principal está baseada na prevenção da poluição aliada aos benefícios de desempenho econômico que tais iniciativas podem trazer ao negócio. Essa visão foi demonstrada pelos autores através de exemplos de aplicação de práticas da P+L voltadas à prevenção da

poluição, com obtenção de redução de gastos com insumos, energia e água, reduzindo a unidade de material, de energia e/ou consumo de água por produto produzido. Pimenta e Gouvinhas (2007) demonstraram os benefícios da aplicação das práticas da P+L com resultados envolvendo a redução de 14% dos custos de fabricação e 40% do consumo de água. Taylor (2006) enfatiza a redução de 66% do consumo de água na reforma do ônibus espacial no centro Espacial do Cabo Canaveral e 30% de redução no consumo de água para a produção de vinhos no Canadá. A UNEP (2003) apresenta três exemplos práticos de aplicação da P+L com benefícios na redução de energia e matéria prima em empresas de Componentes Eletrônicos, de Materiais para Indústria Civil e de Cosméticos. Vickers (2000) relata a redução do custo da Embalagem com reuso de materiais considerados refugo ou rejeito de produção. Fresner (1998) destaca a redução do consumo de água em cerca de 30% e de gás em 15% na indústria têxtil da Áustria.

Como barreiras principais para a aplicação das práticas da P+L, os autores (CEBON, 1993; GUNNINGHAM e SINCLAIR, 1997; SHIN et al., 2008; ROSSI e BARATA, 2009) subdividem em motivos externos e internos às organizações, atribuindo a legislação e ao mercado as motivações externas contrárias a implementação da P+L e a falta de visão ou de recursos das empresas como motivações internas. Numa visão mais genérica de mercado, a KPMG (2012) atribui a principal dificuldade para a implementação das práticas da P+L à associação com as alternativas fim-de-tubo por parte dos executivos (gerentes) das empresas.

Como fator crítico para o sucesso da implementação da P+L, Van Berkel (2000) e Baas (2007) destacam que a internalização das práticas da produção mais limpa em toda a empresa, desde a diretoria até o chão de fábrica, é o fator principal para a obtenção de resultados na prevenção da poluição e benefícios financeiros para o negócio. Como meio para atingir desse cenário, o compromisso da Diretoria Corporativa (CEOs) é considerado como pré-condição chave para a obtenção de apoio para a realização e obtenção de resultados com investimentos realizados, partindo de investimentos de baixo ou de alto valor, e do compromisso dos gestores de fábrica (BAAS, 2007). Baas (2007) destaca ainda que a difusão e a aplicabilidade das práticas da P+L promovem um novo modelo de gerenciamento sustentável, criando a cultura de uma nova rotina e um exercício cíclico de benefícios econômicos e ambientais.

Do ponto de vista central deste trabalho, que está na identificação das práticas de produção mais limpa, os autores

pesquisados se concentraram em uma das cinco categorias de aplicação, geralmente na que diz respeito às mudanças de tecnologia voltadas a não geração de resíduos ou na eliminação de elementos nocivos presentes nos processos de fabricação.

São expressivas as contribuições de vários autores (VAN BERKEL 2007; UNEP, 1994; CNTL, 2006; VAN BERKEL, 2000; VICKERS, 2000; REDDY e BALACHANDRA, 2003; SHU et al., 2012; RUBIO et al., 2012; HASANBEIGI et al., 2012; ZHANG et al., 2012; AGUSTINA et al., 2011; ZHI-DOUNG et al., 2011; DODIC et al., 2010; BUYUKBAY et al., 2010; SHU et al., 2010; SAVITHA et al., 2009; NOSRAT et al., 2009; FRESNER et al., 2007; XU et al., 2006; GUMBO et al., 2003) referente à demonstração de práticas de produção mais limpa. No entanto, em geral, essas práticas têm particularidades dos processos de diferentes (em relação ao objeto de pesquisa) setores industriais, tais como Químico, de Mineração, Têxtil, Farmacêutico, da Alimentação, Petroquímico, da Construção Civil, Cerâmica, de Cosméticos, Naval, de Tratamento de Superfícies e do Abatimento.

É notória a contribuição de Van Berkel (2007, 2000, 1999, 1996) no que diz respeito à contextualização e demonstração de práticas envolvendo todas as categorias de aplicação da P+L. Devido ao autor possuir uma linha de publicação voltada aos conceitos e aplicações da produção mais limpa, suas publicações contribuem para uma abordagem completa e exemplificada das práticas de P+L alinhadas com a visão original da UNEP (1994). Van Berkel (2000) e a UNEP (1994) classificaram as práticas da P+L em categorias para a prevenção de perdas, riscos e ineficiências dos processos produtivos.

Do ponto de vista de gestão dos indicadores da produção mais limpa que podem ajudar a tomar decisões, dando visibilidade de gargalos de prevenção ambiental, alguns autores (PETERSON e GRANADOS, 2002; CHEN, 1999) defendem o uso da abordagem de indicadores da análise do ciclo de vida do produto com uma perspectiva dos vários passos desde as entradas até a disposição final. Segundo alguns autores (CHEN, 1999; PETERSON e GRANADOS, 2002; GRAEDEL e SAXTON, 2002; PIGOSSO e SOUZA, 2011), a justificativa para tal está atrelada à vasta abrangência desses indicadores que podem ser considerados para refletir um produto mais ambientalmente correto, cobrindo todo o material e as fontes de energia e de dissipação associadas à cadeia industrial ou produtiva.

Por fim Howgrave-Grahan e Van Berkel (2007) estabelecem um modelo de avaliação do nível de implementação da produção mais limpa nas empresas. Tal método é testado em empresas de médio porte,

com até 500 funcionários, e se mostra de fácil aplicação ainda que consta com certa quantidade de subjetividade. Partindo da construção da base teórica para condução dos objetivos propostos, o capítulo 3 descreve os procedimentos metodológicos e o objeto de estudo para, posteriormente, apresentar os resultados decorrentes do trabalho.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esse capítulo descreve os procedimentos metodológicos do presente trabalho, caracterizado pela identificação e classificação das práticas de produção mais limpa numa empresa de eletrodomésticos do setor de linha branca. O capítulo inicia com a apresentação e caracterização da adoção da estratégia de pesquisa, seguida pela apresentação das etapas do trabalho pelos quais se dará o seu desenvolvimento. A seguir, a apresentação da justificativa da seleção do objeto de estudo é feita, incluindo uma visão do seu perfil, da estrutura organizacional adotada para sua gestão, de modo a fornecer um cenário contextualizado onde o estudo é realizado. O capítulo conta ainda com uma visão geral sobre a composição de um refrigerador do tipo eletrodoméstico do setor de linha branca e a visão de seu processo produtivo na empresa em questão, a fim de estabelecer o vínculo entre o produto e o processo de produção, para a definição das unidades de análise.

3.1 ESCOLHA DA ABORDAGEM METODOLÓGICA

Visando alcançar os objetivos deste trabalho de pesquisa, a abordagem metodologia utilizada parte de uma proposta de uma análise qualitativa exploratória de um objeto de pesquisa (caso único) com o uso de instrumentos variados de coleta de dados, tendo características de um trabalho do tipo estudo de caso.

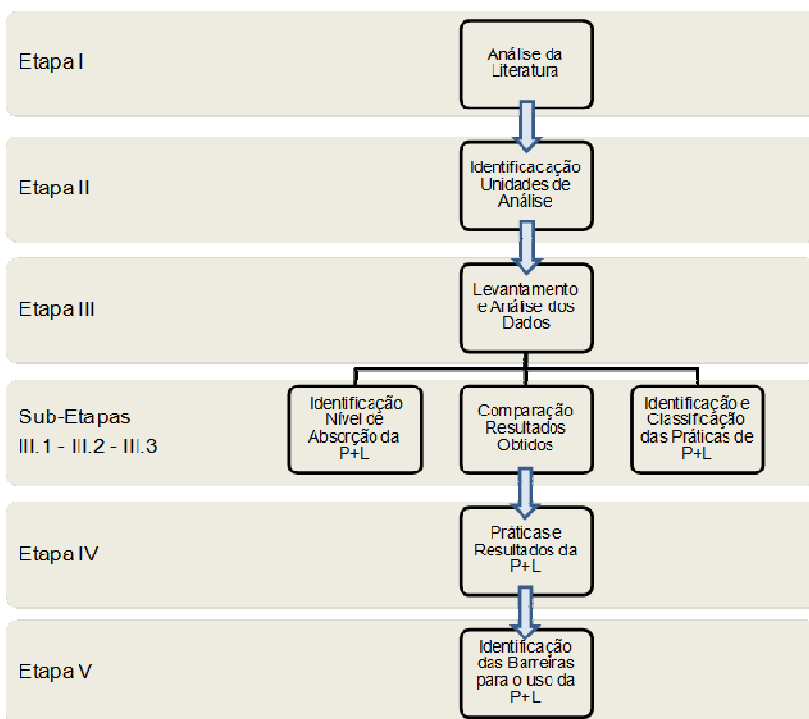
A escolha da abordagem metodológica justifica-se por se tratar de um estudo de natureza empírica com a investigação de um fenômeno dentro de um contexto real contemporâneo relevante (recorte seccional em empresa do segmento de eletrodomésticos da linha branca), por meio de análise aprofundada de um objeto de estudo (caso), segundo a definição de Cauchick Miguel (2007).

De acordo com Cauchick Miguel (2007), outro fator que justifica a adoção da abordagem metodológica de um estudo de caso refere-se à possibilidade de uma análise ampla e detalhada do conhecimento sobre o fenômeno, permitindo um desenvolvimento prático no tema proposto. Esse trabalho terá esse propósito, ou seja, uma análise ampla e detalhada sobre as práticas de produção mais limpa utilizadas em uma empresa de eletrodomésticos do setor de linha branca.

3.2 ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

As atividades deste trabalho compreenderam a realização de cinco etapas apresentadas na figura 7 (sendo que algumas se desdobram em subetapas): I. Análise da literatura; II. Identificação das Unidades de Análise; III. Levantamento e Análise das Informações sobre as Práticas da P+L; IV. Identificação das Barreiras para Implementação da P+L; V. Sugestão de introdução de Práticas para a Maximização dos Resultados com a utilização de práticas de P+L de acordo com a literatura (etapa I).

Figura 7 – Etapas do Desenvolvimento do Trabalho.



Fonte: Autor.

As etapas compreenderam:

- Etapa I – Análise da literatura: consiste na construção de uma fundamentação teórica conceitual referente à produção mais limpa resultando no mapeamento da literatura existente, principalmente

em periódicos internacionais, explorando exemplos e aplicações de práticas da P+L, apresentada no Capítulo 2.

- Etapa II – Identificação das unidades de análise: consiste na seleção da amostra ou na identificação de quais processos fabris (departamentos) do objeto de estudo (empresa) serão utilizados para a análise de utilização de práticas de produção mais limpa, caracterizando uma amostragem por conglomerado, de acordo com Cauchick Miguel (2010). Para tal, esta etapa compreende Visitas à Planta e Análises Documentais, relatados no capítulo 4.1.1.
- Etapa III – Levantamento e Análise dos Dados: Refere-se às análises conceituais em relação ao tema P+L no objeto de estudo, dividido em três outras subetapas:
 - Subetapa III. 1 – Identificação do Nível de Absorção da P+L: refere-se ao entendimento inicial de como a empresa (objeto de estudo) entende, gerencia e utiliza as práticas de produção mais limpa no desenvolvimento de novos processos fabris e na gestão dos processos fabris existentes, através da determinação de um grau (nível) de Absorção da P+L dividido em cinco escalas: baixa absorção da P+L; mediana absorção da P+L; fortemente engajada com a P+L; estado da arte da P+L; inovadora em P+L. Esta classificação de dados foi desenvolvida e testada por Howgrave-Graham e Van Berkel (2007) em pequenas empresas na Austrália, conforme citado anteriormente e, mesmo que os autores citados tenham aplicado o método em empresas de porte diferente da empresa estudada neste trabalho, o mesmo tem como base outros autores, tais como Holmes e Girardi (1999) e Greene (1999), que avaliaram empresas de manufatura de todos os portes na Austrália, de acordo com Howgrave-Graham e Van Berkel (2007). Para a obtenção do Nível de Absorção da P+L foi aplicado uma pesquisa de avaliação, ou survey, baseada em um questionário (Apêndice A) adaptado do Método de Pontuação do Nível de Absorção (conhecimento, gerenciamento e implementação) da P+L de Howgrave-Graham e Van Berkel (2007), detalhada no item 3.4 deste capítulo. Esta subetapa também compreende uma rápida análise exploratória dos dados através da determinação de medidas resumo, ou de variabilidade, como média e desvio padrão, com o objetivo de identificar possíveis distorções

- na interpretação dos dados, conforme estudos de Howgrave-Graham e Van Berkel (2007). Análises Gráficas, como de histogramas e outros modelos de gráficos, também são utilizadas a fim de identificar possíveis variações e tendências nos resultados, conforme sugestão de Cauchick Miguel (2010).
- Subetapa III. 2 – Comparação dos Resultados Obtidos: consiste na comparação dos resultados do Nível de Absorção da P+L na empresa estudada com os resultados na pesquisa base, obtidos por Howgrave-Graham e Van Berkel (2007). Apesar dos autores citados terem aplicado o método em empresas de pequeno porte, a comparação com tais resultados é justificada pela ausência de publicação recente do Nível de Absorção em empresas de grande porte. As diferenças obtidas são avaliadas e contextualizadas no decorrer do capítulo 4.
 - Subetapa III. 3 – Identificação e Classificação das Práticas da P+L: consiste na identificação e a classificação das práticas da P+L a partir da proposta da UNEP (1994) apresentadas no capítulo 2. A identificação de tais práticas tem como base o questionário (Apêndice A) aplicado para a identificação do Nível de Absorção da P+L (subetapa III.1) e em entrevistas semi-estruturadas (Apêndice B) descritas no item 3.4 deste capítulo. Um protocolo de pesquisa (Apêndice C) é aplicado para categorizar as práticas levantadas nos questionários em práticas de P+L, seguindo modelo simplificado do CNTL (2006), mostrado na figura 5. O protocolo também tem o objetivo de classificar as práticas de acordo com as categorias da UNEP (1994), conforme o quadro 2, e de verificar a contabilização destas tendo como base os indicadores propostos por Peterson e Granados (2002), mostrado no quadro 4.
 - Etapa IV – Práticas e Resultados da P+L: consiste na demonstração de algumas práticas e resultados obtidos com a implementação de projetos da P+L nas unidades de pesquisa, com base na seleção de projetos mencionados no questionário (Apêndice A), aplicado para a identificação do Nível de Absorção da P+L (subetapa III.1) e identificação e classificação de práticas da P+L (subetapa III.3) na empresa estudada, nas entrevistas não estruturadas e na análise dos relatórios de projetos de novos processos, descritos no item 3.4 deste capítulo. O critério para seleção de tais projetos envolveu

alguns fatores em específico: disponibilidade dos líderes dos projetos em fornecer as informações dos projetos; existência de tais informações. Essa etapa faz um corte em um período específico, conforme questionários (Apêndice A e Apêndice B), e não tem como objetivo comparar períodos pré e pós-adoção das práticas da P+L.

- Etapa V – Identificação das Barreiras para Implementação da P+L: consiste no levantamento das barreiras existentes na empresa pesquisada (objeto) das principais barreiras para aplicação das práticas da produção mais limpa, através da aplicação de um questionário (Apêndice A), aplicado para a identificação do Nível de Absorção da P+L na empresa estudada (subetapa III.3), e de entrevistas não estruturadas descritas no item 3.4 deste capítulo.

3.3 SELEÇÃO E DESCRIÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO (EMPRESA)

Pode-se perceber que são escassos os trabalhos encontrados no país e no mundo que abordam as práticas de produção mais limpa no setor de eletrodomésticos na linha branca, apesar da publicação de Fonseca e Santos (2011) e de Vickers (2000). Este fator, juntamente com a existência da constante necessidade de reduzir custos de produção pela alta competitividade do mercado e dos gastos com investimentos em tecnologias de controle da poluição, chamadas de fim-de-tubo, torna a escolha do objeto de estudo (empresa) uma contribuição acadêmica. Além desses aspectos, a facilidade aos dados e informações, devido ao autor participar das atividades da empresa, complementam as justificativas da escolha da empresa objeto de estudo.

A empresa investigada é de grande porte, com cerca de 7.000 funcionários diretos, capacidade de produção de cerca de 4.280.000 produtos ano e faturamento anual de cerca de R\$1,2 bilhões. O portfólio de produto envolve a fabricação de 26 famílias de Refrigerados, que correspondem a cerca de 800 tipos de produtos que estão em vigência no catálogo de produção, sendo fabricados e montados num parque fabril de aproximadamente 205.603,00 m². A montagem desses ocorre em 10 linhas produtivas que são responsáveis por todo o portfólio de produtos de marcas presentes no cenário nacional e de algumas marcas para o mercado estrangeiro.

3.3.1 Visão Geral de um produto tipo Refrigerador da linha de Eletrodomésticos do Setor de Linha Branca

Esse item não tem o objetivo de se aprofundar no modelo de funcionamento de um refrigerador, apenas de dar uma noção geral sobre sua composição a fim de estabelecer vínculos com os processos fabris, partindo da visão do produto final, dos processos pelos quais é submetido e da visão das práticas de produção mais limpa nestes. Segundo Amorin et al. (2011), o refrigerador nada mais é do que uma caixa térmica com um sistema de refrigeração que executa a retirada forçada de calor de um ambiente mais quente (interno) em relação a um ambiente mais frio (externo). Em sua composição principal encontra-se um gabinete isolado termicamente, uma porta também isolada termicamente e um sistema de refrigeração (AMORIN et al., 2011). O gabinete é a estrutura do refrigerador, que é contemplado pela capa externa pintada, as redes elétricas, o material isolante térmico chamado de poliuretano e a caixa interna, que exerce a função estrutural, de armazenamento e também de isolante térmico. A figura 8 ilustra um modelo de gabinete em sua composição final e suas partes isoladas.

Figura 8 – Gabinete e suas partes isoladas.



Fonte: Empresa Estudada.

A porta é o componente que permite o acesso do consumidor aos alimentos e é composta basicamente por uma chapa metálica pintada, painel interno plástico e poliuretano injetado no interior destes

(entre). Exerce função estética, de armazenamento (através dos componentes internos) e também de isolante térmico. A figura 9 ilustra um modelo de porta em sua composição final e suas partes isoladas.

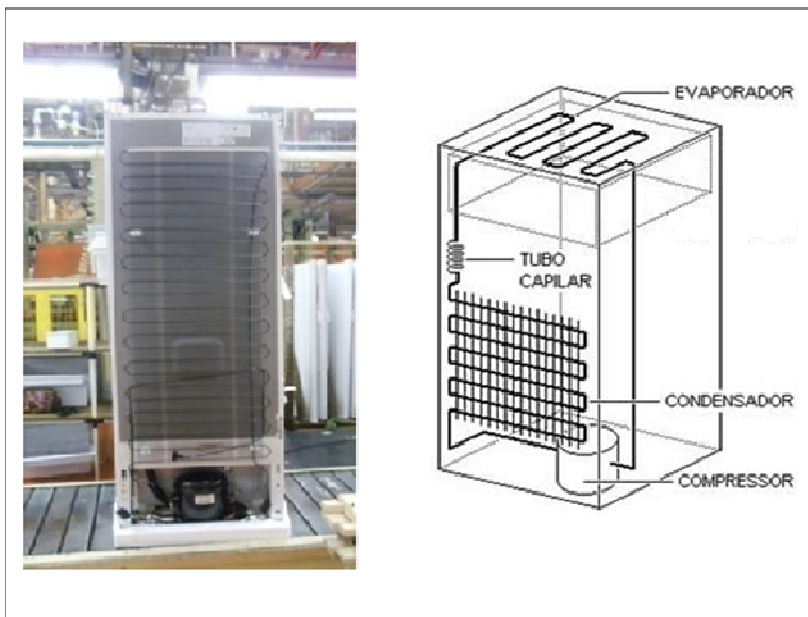
Figura 9 – Porta e seus componentes isolados.



Fonte: Empresa Estudada.

O sistema de refrigeração é composto de compressor hermético, condensador e evaporador. Esse sistema tem a função de realizar a troca de calor entre os ambientes interno e externo pelo processo de succionar fluido refrigerante por todos os componentes do sistema (evaporador e condensador). A figura 10 ilustra o sistema de refrigeração em sua visão real e de suas partes isoladas.

Figura 10 – Sistema de Refrigeração de um Refrigerador e suas partes isoladas.

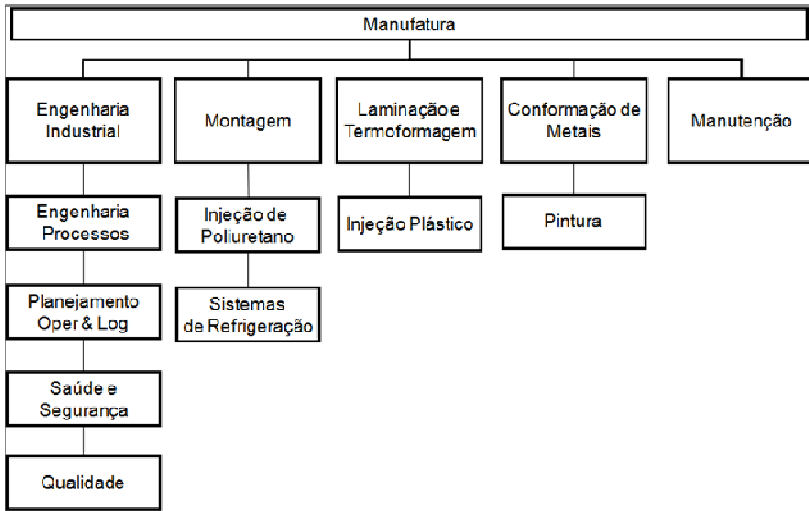


Fonte: Empresa Estudada.

3.3.2 Estrutura Organizacional da Manufatura e Montagem de Refrigeradores

A estrutura organizacional de produção e gestão da produção de refrigeradores da empresa pesquisada é do tipo funcional tradicional organizada em departamentos, conforme definição de Clark e Wheelwright (1993). A figura 11 mostra o organograma da área de manufatura, que é a área responsável pela gestão e execução da produção e montagem de refrigeradores. Parte desta estrutura organizacional possui associação ao presente trabalho onde foram identificadas as práticas de produção mais limpa da empresa em questão, objeto de estudo. O detalhamento destas (que possuem relação direta com o trabalho) será feito no capítulo 4, com o objetivo de entender o fluxo de processo de fabricação e montagem de um Refrigerador a fim de estabelecer a relação entre produto, processo e o tema estudado, práticas de Produção Mais Limpa na Manufatura de Refrigeradores, Eletrodomésticos do Setor de linha branca.

Figura 11 – Organograma do departamento de Manufatura de Refrigeradores



Fonte: Empresa estudada.

Os departamentos de Engenharia Industrial e de Engenharia de Processos, mostrados na Figura 11, cumprem a função do desenvolvimento de novos processos e da gestão de melhoria dos processos fabris atuais, pesquisados na etapa III.1, a título de fornecer base para levantamento de práticas de produção mais limpa empregadas em tais funções.

Nos projetos de desenvolvimento de novos processos ou de melhoria dos processos atuais, a responsabilidade do líder das áreas de Engenharia Industrial e de Engenharia de Processos é, principalmente, a alocação de recursos, engenheiros e especialistas, de sua área e a negociação de prazos para a execução das atividades. Não casualmente é necessário a utilização de recursos de outras áreas ou a contratação de recursos adicionais ou externos, e o líder negocia a alocação destes recursos diretamente com os gerentes.

Os engenheiros e especialistas de processos são diretamente responsáveis por executar as atividades de projeto nas áreas funcionais, conforme a alocação definida pelo líder funcional, seguindo as orientações do representante de sua área no time de desenvolvimento do novo projeto. Tais engenheiros e especialistas tem autonomia técnica para propor soluções de projeto e para realizar alterações, durante a execução de suas atividades, altamente especializadas. As principais

características dos engenheiros e especialistas de processos são: alto grau de especialização funcional, baixa autonomia de negociação de atribuição de tarefas, atuação individualizada, ou seja, por projeto e visão parcial do projeto.

Tais responsabilidades e atribuições colocam os engenheiros e especialistas do departamento de Engenharia Industrial e de Engenharia de Processos como a principal fonte de pesquisa para a etapa de avaliação inicial do uso da P+L no desenvolvimento de novos processos e na gestão dos processos fabris atuais, etapa III.1 da figura 7, pois toda alteração ou implementação decorrente de um novo projeto parte obrigatoriamente de uma solução dada por esses profissionais.

3.4 COLETA E ANÁLISE DOS DADOS

Para a coleta dos dados, variadas fontes de evidência foram utilizadas, apresentadas no quadro 7. O quadro também mostra as etapas de desenvolvimento do trabalho na qual cada uma delas ocorreu (em relação à figura 7 apresentada anteriormente). Na sequência do quadro, são demonstrados detalhes de cada uma das fontes de evidência.

Quadro 7 – Fontes de evidência para a coleta de dados.

Fontes de Evidência	Nº Eventos	Descrição	Etapa (Figura 7)
Visita a Planta	1	Local: parque fabril da empresa	II
Análise Documental	5	Documentos: Descritivos de Atividades de Engenharia, análise de investimentos e resultado de projetos, apresentações de projetos para diretoria de manufatura	II ; III.3; IV
Questionário	9	Entrevistados: Líderes de Processos, Engenheiros de Processos e Especialistas de	III.1; III.3; V;
Entrevistas semi-estruturadas	2	Entrevistados: Líderes de Processos, Engenheiros de Processos e Especialistas de	IV
Entrevistas não estruturadas	10	Entrevistados: Líderes de Projetos, Gerência de Manufatura, Engenheiros de Processos, Especialistas de Processos	II; III.3; IV; V
Protocolo de Pesquisa	1	Identificação e Classificação das Práticas, ou projetos, encontradas em Práticas em P+L	III.3

Fonte: Autor.

O detalhamento do quadro 7 é o seguinte:

- **Visita à Planta:** consistiu na visita ao parque fabril da empresa com o objetivo de mapear o processo de fabricação e montagem de um Refrigerador a título de estabelecer o vínculo entre produto, processo e o tema estudado, as práticas de produção mais limpa. As visitas aconteceram de forma programada, com o auxílio de um especialista em processo de fabricação e montagem de refrigeradores e permitiu, juntamente com a análise documental, a criação de um mapa de processo funcional da fabricação e montagem de um refrigerador, estabelecendo o vínculo entre o produto e o processo derivado, definindo as fontes, ou departamentos, para estudo das práticas de produção mais limpa. Tais fontes são descritas na etapa II, identificação dos processos que formam as unidades de análise.
- **Análise Documental:** consistiu na análise de uma variada documentação, listadas no quadro 8, buscando obter dados relevantes sobre os processos fabris atuais, permitindo formular os processos base para investigação das práticas de produção mais limpa na fabricação e montagem de Refrigeradores da linha branca (etapa II), e também, das informações relativas a implementação de novos projetos (etapa IV), vinculados ao tema em questão. Os projetos investigados foram identificados e selecionados através do questionário (Apêndice A) de Identificação Inicial do Uso da P+L, subetapa III.1.

Quadro 8 – Documentos da análise documental

Tipos	Descrição
Mapa de Produto	Apresenta o desenho funcional do produto (Refrigerador)
Mapa de Processo	Apresenta o desenho de como os processos fabris estão alocados na planta de manufatura
Estrutura de Distribuição de processos (<i>Lay Out</i>)	Apresenta o desenho de como o maquinário fabril está distribuído
Portifólio de Projeto	Apresenta toda a informação relativa a proposta de implantação de um novo projeto
Avaliação de Negócio (<i>Business Case</i>)	Apresenta a análise financeira e de viabilidade de um projeto

Fonte: Autor.

- Questionário: consiste na realização de um diagnóstico do Nível de Absorção das práticas de Produção mais Limpa nos processos de gestão e desenvolvimento de processos de fabricação e montagem de Refrigeradores, por meio da aplicação de um questionário (Apêndice A), formulado a partir de uma adaptação do sistema de pontuação de nível de absorção da P+L de Howgrave-Graham e Van Berkel (2007), conforme Quadro 5. Tal questionário foi respondido pelos Líderes Funcionais, Engenheiros e Especialistas de Processos, das áreas de Engenharia Industrial e Engenharia de Processo, mapeados com base nos critérios de seleção de amostragem, descritos no capítulo 4, item 4.1.2 - Dados Gerais dos Participantes da Survey. O questionário leva em consideração uma série de quesitos gerais e específicos sobre o nível de absorção da P+L, tais como: conhecimento sobre o tema Produção mais Limpa, projetos implementados que tenham utilizado as práticas da P+L, resultados dos projetos de P+L, profissionais envolvidos com as práticas de P+L, nível de registro dos resultados obtidos com as práticas de P+L, inclusão de questões/problemas ambientais em novos projetos, inclusão de questões/problemas ambientais na gestão do dia-a-dia e, também, barreiras para implementação de práticas da P+L. O objetivo da aplicação do questionário foi obter uma avaliação inicial de como as Práticas de Produção mais limpa (subetapa III.1) estão inseridas no contexto de desenvolvimento e gestão de processos fabris na empresa estudada, comparar (subetapa III.2) com os resultados nas empresas que participaram da survey de Howgrave-Graham e Van Berkel (2007), identificar possíveis projetos de práticas de P+L (subetapa III.3 e etapa IV) para posterior classificação (subetapa III.3), segundo classificação da UNEP (1994) e demonstração de resultados obtidos (etapa IV). Conforme citado anteriormente, a pesquisa de Howgrave-Graham e Van Berkel (2007) foi aplicada em empresas de pequeno porte, porém, tem como base pesquisas de outros autores, tais como Holmes e Girardi (1999) e Greene (1999), que avaliaram empresas de manufatura de todos os portes na Austrália, de acordo com Howgrave-Graham e Van Berkel (2007). A formulação do questionário envolveu: análise do Sistema de Pontuação de Howgrave-Graham e Van Berkel (2007); tradução em questões de variados tipos (abertas, fechadas e de múltiplas escolhas); quantificação das respostas com base na pontuação

sugerida por Howgrave-Graham e Van Berkel (2007). O Quadro 9 apresenta as perguntas do questionário adaptadas do sistema de pontuação de Nível de Absorção da P+L de Howgrave-Graham e Van Berkel (2007), o objetivo do item no Sistema de Pontuação de Nível de Absorção da P+L de Howgrave-Graham e Van Berkel (2007), a relação com os objetivos e etapas deste trabalho e a pontuação sugerida para quantificação das respostas, segundo os autores citados. X

- Protocolo de pesquisa: Consiste na aplicação de perguntas para identificar e classificar as práticas apresentadas no questionário de Entrevistas (Apêndice A e Apêndice B) em práticas de P+L, através de um protocolo de pesquisa (Apêndice C), seguindo modelo de identificação simplificado do CNTL (2006), mostrados na figura 5, e as categorias da UNEP (1994), apresentados no quadro 2. O protocolo também teve como objetivo verificar as unidades de contabilização das práticas de P+L, se baseando nas propostas por Peterson e Granados (2002) apresentadas no quadro 4, garantindo adequada medida de ganhos.
- Entrevistas semi-estruturadas: consiste em entrevistas na qual o pesquisador estabelece um objetivo antecipado com a preparação de algumas questões (Apêndice A) das quais gostaria de entender, e as aplica para as pessoas responsáveis pelas áreas em que estas perguntas se enquadram. Neste caso, as entrevistas foram feitas com os líderes das áreas de Engenharia Industrial e de Engenharia de Processos, tendo como objetivo a identificação de projetos implementados com base nas práticas de P+L (subetapa III.3) e a identificação de potenciais barreiras para o uso das práticas de P+L (etapa V).
- Entrevistas não estruturadas: consistem em entrevistas na qual o pesquisador elabora as questões com as pessoas das quais deseja receber informações. Este tipo de entrevista foi realizado com o gerente de manufatura, líderes dos departamentos de Engenharia Industrial e de Engenharia de Processos, Engenheiros e Especialistas, tendo como objetivo uma abordagem inicial sobre o tema estudado, o direcionamento para estudos posteriores, a determinação das Unidades de Análise (etapa II), a identificação dos possíveis respondentes para o questionário de pesquisa (subetapa III.1), a identificação inicial dos possíveis projetos com abordagem de Produção mais

limpa (etapa III.3 e IV), e também para a identificação inicial das possíveis barreiras para o uso da P+L (etapa V);

Além destas fontes, diversas conversas informais foram estabelecidas com pessoas envolvidas no processo de desenvolvimento e gestão de processos fabris atuais, com o objetivo de se ter uma visão ampla de como as atividades ocorrem no dia-a-dia da empresa estudada. Os dados, de natureza predominantemente qualitativa, foram interpretados utilizando as diversas fontes de evidência, pela organização e tabulação destes, vindo facilitar o entendimento, conforme relatado no capítulo a seguir, resultados do trabalho.

Quadro 9: Perguntas do questionário e a relação destas com os objetivos deste trabalho.

Pergunta do Questionário (Adaptado do Sistema de Pontuação de Howgrave-Graham e Van Berkel, 2007)	Objetivo do Item para o Sistema de Pontuação, segundo Howgrave-Graham e Van Berkel (2007).	Relação com os Objetivos deste Trabalho	Pontuação Sugerida por Howgrave-Graham e Van Berkel (2007)
1 – Indique a Quantidade de pessoas/profissionais e que a Empresa dispõe para Gestão Ambiental	Indica a presença de profissionais dedicados à Gestão Ambiental na empresa, componente do Nível de Gerenciamento da P+L.	- Medir o Nível de Absorção da P+L, componente de Gerenciamento, subetapa III.1; - Comparar com o resultado obtido por Howgrave-Graham e Van Berkel (2007), subetapa III.2.	8 pontos para CEO/Gerente; 3 pontos para engenheiro/técnico, Gestor Ambiental e de EHS.
2 – A Empresa leva em consideração o Meio Ambiente e o Uso de Recursos, tais como Energia, consumo de matéria-prima nas avaliações de novos projetos e/ou na gestão do dia-a-dia?	Indica a existência da inclusão de questões ambientais na gestão do dia-a-dia e de novos projetos, componente do Nível de Gerenciamento da P+L.	- Medir o Nível de Absorção da P+L, componente de Gerenciamento, subetapa III.1; - Comparar com o resultado obtido por Howgrave-Graham e Van Berkel (2007), subetapa III.2.	5 pontos para inclusão de problemas ambientais; 5 pontos para problemas de energia.
3 – A Empresa possui um plano de Gestão Ambiental, com ações recomendadas e prazos para cumprimento? Forneça 2 Ações com responsabilidade e prazo para cumprimento.	Indica a existência de um plano de Gestão Ambiental, componente do Nível de Gerenciamento da P+L.	- Medir o Nível de Absorção da P+L, componente de Gerenciamento, subetapa III.1; - Comparar com o resultado obtido por Howgrave-Graham e Van Berkel (2007), subetapa III.2.	20 pontos, mas concedido se o entrevistado apresentar detalhes razoáveis do plano(ex., lista de ações prioritizadas até a data).
4 – Quais Profissionais estão envolvidos no desenvolvimento do plano de Gestão Ambiental?	Indica a presença de profissionais dedicados à Gestão Ambiental envolvidos no plano de Gestão Ambiental na empresa, componente do Nível de Gerenciamento da P+L.	- Medir o Nível de Absorção da P+L, componente de Gerenciamento, subetapa III.1; - Comparar com o resultado obtido por Howgrave-Graham e Van Berkel (2007), subetapa III.2.	4 pontos para cada Gerente, Gerente Ambiental ou Engenheiro Ambiental;1 ponto para cada qualquer outro funcionário envolvido.
5 – O Plano contém uma relação de custo/Investimento/Benefício) adicionado à ação? Forneça exemplos.	Indica a presença de Práticas de P+L no Plano de Gestão Ambiental, componente do Nível de Gerenciamento da P+L.	- Medir o Nível de Absorção da P+L, componente de Gerenciamento, subetapa III.1; - Comparar com o resultado obtido por Howgrave-Graham e Van Berkel (2007), subetapa III.2.	2 pontos para cada item do plano que tiver custos adicionados; 3 pontos adicionais se o líder for capaz de relacionar esses custos.
6 – A empresa mantém registros separados para despesas de Consumos? (Gás/Energia/Água/Resíduos)	Evidência a presença de Práticas de P+L na Gestão do dia-a-dia da empresa, componente do Nível de Gerenciamento da P+L.	- Medir o Nível de Absorção da P+L, componente de Gerenciamento, subetapa III.1; - Comparar com o resultado obtido por Howgrave-Graham e Van Berkel (2007), subetapa III.2.	2 pontos para cada item no qual o custo for controlado; 2 pontos se tiver sido premiados.
7 – Para os itens marcados na questão anterior, pode fornecer uma ideia desses custos?	Evidências do controle da empresa sobre as Práticas de P+L, componente do Nível de Gerenciamento da P+L.	- Medir o Nível de Absorção da P+L, componente de Gerenciamento, subetapa III.1; - Comparar com o resultado obtido por Howgrave-Graham e Van Berkel (2007), subetapa III.2.	3 pontos se o entrevistado for capaz de fornecer os respectivos custos
8 – Cite 5 Projetos implementados pela empresa que promoveram eficiência operacional.	Indica a presença de possíveis projetos baseados nas Práticas de P+L, componente do Nível de Implementação da P+L.	- Medir o Nível de Absorção da P+L, componente de Implementação, subetapa III.1; - Comparar com o resultado obtido por Howgrave-Graham e Van Berkel (2007), subetapa III.2; - Listar Possíveis Projetos que se enquadrem nas práticas de P+L para proposta de classificação segundo UNEP (1994), subetapa III.3. - Identificar Projetos que possam serem demonstrados como práticas e resultados obtidos com a P+L, etapa IV.	10 pontos para cada projeto considerado como P+L.
9 – Cite Projetos implementados pela Empresa que tenham promovido redução de Uso de Água, Consumo de Energia, Resíduos Líquidos, Resíduos Sólidos, Emissões Atmosféricas.	Indica a presença de possíveis projetos baseados nas Práticas de P+L, componente do Nível de Implementação da P+L.	- Medir o Nível de Absorção da P+L, componente de Implementação, subetapa III.1; - Comparar com o resultado obtido por Howgrave-Graham e Van Berkel (2007), subetapa III.2; - Listar Possíveis Projetos que se enquadrem nas práticas de P+L para proposta de classificação segundo UNEP (1994), subetapa III.3. - Identificar Projetos que possam serem demonstrados como práticas e resultados obtidos com a P+L, etapa IV.	10 pontos para cada projeto com benefício apresentado.
10 – Forneça 3 características a respeito das práticas(ações) de Produção mais Limpa.	Constatação do Conhecimento sobre a P+L, componente do Nível de Consciência sobre a P+L.	- Medir o Nível de Absorção da P+L, componente de Consciência, subetapa III.1; - Comparar com o resultado obtido por Howgrave-Graham e Van Berkel (2007), subetapa III.2.	20 pontos para cada característica listada.
11 – Forneça 4 declarações sobre os benefícios da Produção mais Limpa	Constatação do Conhecimento sobre a P+L, componente do Nível de Consciência sobre a P+L.	- Medir o Nível de Absorção da P+L, componente de Consciência, subetapa III.1; - Comparar com o resultado obtido por Howgrave-Graham e Van Berkel (2007), subetapa III.2.	10 pontos para cada declaração adequada.
12 – Quais barreiras a empresa enfrenta na implementação de um projeto de Produção Mais Limpa ?	Não Aplicável	- Identificar as possíveis barreiras para a implementação da P+L, etapa V. - Comparar com a literatura existente, etapa V.	Não Aplicável

Fonte: Adaptado de Howgrave-Graham e Van Berkel (2007).

4 RESULTADOS DO TRABALHO

Este capítulo apresenta o conjunto de resultados do presente trabalho, de acordo com os propósitos e objetivos estabelecidos no primeiro capítulo. O presente capítulo inicia com a identificação das Unidades de Análise e dos participantes da survey na empresa em questão, tendo como base os processos de fabricação do produto estudado. Na sequência será demonstrada a análise dos dados de avaliação inicial do nível de absorção das práticas da P+L, juntamente com uma comparação com os resultados obtidos por Howgrave-Graham e Van Berkel (2007). Em seguida, com base no mesmo questionário, uma proposta de classificação das práticas de P+L é demonstrada e uma lista de práticas executadas pela empresa é analisada com maior propriedade. Por fim, foi também realizada uma comparação das barreiras para a aplicação da P+L levantadas na empresa, com o encontrado na literatura.

4.1 DIAGNÓSTICO DO NÍVEL DE ABSORÇÃO DA P+L DA EMPRESA PESQUISADA

Vários quesitos gerais e relacionados às práticas de Produção mais Limpas são apresentados por meio da realização de um diagnóstico, tais como: identificação das unidades de análise, dados gerais dos participantes da survey, identificação do nível de absorção da Produção mais Limpa, comparação dos resultados obtidos, classificação das práticas da P+L, alguns resultados obtidos com o uso da P+L, barreiras para o uso da P+L, sugestões de práticas para o uso da P+L.

4.1.1 Identificação das Unidades de Análise

A identificação das unidades de análise tem como base a visão do modelo de construção do produto, estabelecida a partir da seleção do objeto de estudo, e a estrutura organizacional do departamento de Manufatura e Montagem de Refrigeradores, ilustrado na figura 11. O detalhamento dos processos fabris a partir destas visões permite a determinação das áreas chave para a identificação do uso da P+L, vistos a seguir, possibilitando a criação de um mapa do processo de fabricação e montagem de um Refrigerador na empresa estudada, tal como demonstra a figura 12.

O Refrigerador, como citado anteriormente, conta com três principais partes em sua composição: gabinete isolado, porta isolada e sistema de refrigeração. A empresa em questão conta com sete principais processos fabris para a fabricação e montagem destes itens: Conformação de Metais; Pintura; Laminação e Termoformagem; Injeção de Plásticos; Sistema de Refrigeração; Injeção de Poliuretano; Montagem. Tais processos constituem as Unidades de Análise e são detalhados a seguir, de acordo com a figura 12.

O processo de conformação de Metais, item 1 da figura 12, envolve a conformação de peças a frio, utilizando ferramentas (tesouras, matrizes e moldes) de corte, estamparia e também réguas de dobra para a formação de perfil especificado tendo como produto final a capa externa do gabinete e a chapa da porta externa.

O processo de pintura, item 2 da figura 12, consiste na aplicação de tinta sobre superfícies metálicas (gabinete e porta externos) previamente tratadas com intuito principal de garantir resistência à corrosão e a estética do produto.

O processo de injeção de poliuretano, item 3 da figura 12, consiste na aplicação de material químico isolante térmico, denominado poliuretano, entre o gabinete externo e a caixa interna e, porta externa e o painel interno, criando uma área de isolamento térmica que trará a condição de manutenção da temperatura interna por mais tempo.

O processo de montagem do sistema de refrigeração, item 4 da figura 12, consiste na preparação do sistema que fará o processo forçado de troca de calor no ambiente interno do refrigerador, reduzindo a temperatura para a manutenção da temperatura adequada de acondicionamento dos alimentos. Tal sistema é constituído por compressor hermético, condensador, evaporador e linha de sucção.

O processo de laminação, item 5 da figura 12, consiste na produção de chapas plásticas através do processo de extrusão de polímeros em um conjunto de calandras (rolos térmicos em forma de cilindros de prensagem), criando as peças que definirão a conformidade interna do produto (caixa interna do gabinete e painel da porta), onde serão encaixadas as partes plásticas para condicionamento adequado dos alimentos.

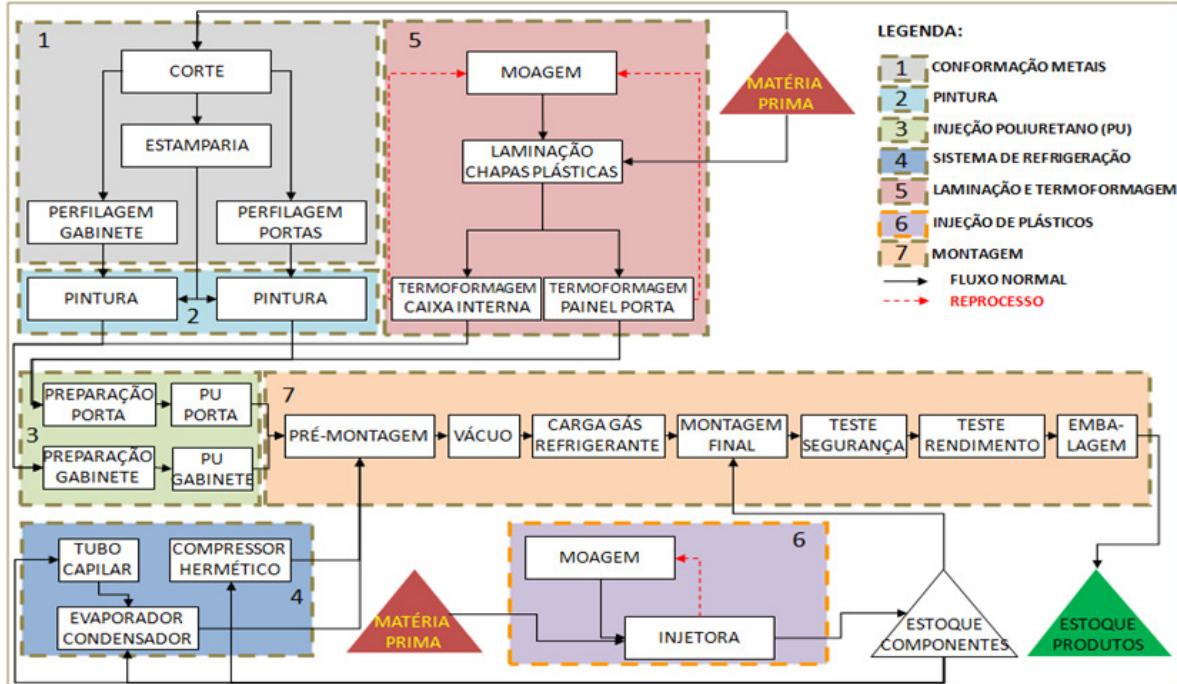
A injeção de plásticos, item 6 da figura 12, consiste na conformação de peças através do processo de injeção de polímeros em um molde. Forma o conjunto de peças plásticas que são incorporadas ao gabinete do refrigerador, já com o agente isolante e a chapa plástica de isolamento, garantindo a criação de áreas para a estocagem e separação de alimentos, além de outras funções adicionais.

A etapa de pré-montagem e montagem final do produto, item 7 da figura 12, consiste na junção de todas as partes pré-fabricadas: sistema de refrigeração (compressor hermético, condensador, evaporador e linha de sucção); conjunto gabinete (gabinete externo, caixa interna e isolante); conjunto porta (porta externa, painel da porta e isolante térmico); partes estéticas que compõem o produto, tais como gavetas plásticas, travessas plásticas e emblemas decorativos, conforme especificação do cliente. A etapa final de montagem ainda envolve a realização de vários processos: limpeza do sistema de refrigeração (vácuo), carga de gás refrigerante, teste de segurança elétrica, teste de rendimento e embalagem do produto.

O mapeamento do processo de fabricação e montagem, vinculado ao produto e ao organograma, permitiu a identificação das áreas fabris de interesse nesse trabalho, que fazem parte da amostragem deste trabalho, criando um mapa referencial para análise das práticas de produção mais limpa na empresa estudada.

A empresa conta ainda com seis áreas de apoio operacional, de acordo com a figura 11, composta por: Engenharia Industrial; Engenharia de Processos; Planejamento Operacional e Logístico; Qualidade; Manutenção; Saúde e Segurança do Trabalho. Tais áreas não fazem parte do objetivo de pesquisa desta dissertação. No entanto, as áreas de apoio de Engenharia Industrial e de Engenharia de Processos cumprem função importante dentro das atribuições e responsabilidades sobre o desenvolvimento e a gestão dos processos fabris, conforme citado anteriormente, e são abordadas a seguir.

Figura 12 – Unidades de Análise



Fonte: Empresa estudada.

4.1.2 Dados Gerais dos Participantes da Survey

De acordo com o citado anteriormente, a empresa onde o questionário foi aplicado é de manufatura. Com o objetivo de entender o uso da P+L nos processos de Gestão dos processos fabris atuais e o desenvolvimento de novos processos, os participantes foram mapeados com base em três critérios:

- 1) Pertencer aos departamentos de Engenharia Industrial e Engenharia de Processos. Tal abordagem justifica-se pela atribuição de responsabilidade desses departamentos dentro da estrutura organizacional da manufatura (figura 11). De acordo com o citado anteriormente, tais departamentos tem como parte de suas responsabilidades e atribuições executar as atividades de projeto nas áreas funcionais, portanto, toda alteração ou implementação decorrente de um novo projeto parte obrigatoriamente de uma solução dada pelos profissionais destas áreas;
- 2) Ser Engenheiro ou Especialista em processos fabris. Essa abordagem justifica-se pelo grau de especialização nos processos fabris e pela responsabilidade atribuída a esses profissionais nos projetos, conforme citado anteriormente;
- 3) Atender aos projetos ligados as áreas identificadas como Unidades de Análise.

A composição dos profissionais participantes da survey de identificação do nível de absorção da P+L é de: 40% de Engenheiros da área de Engenharia de Processos, 30% de Engenheiros da área de Engenharia Industrial e 30% de Líderes Funcionais ou de departamento. Todos os profissionais que responderam ao questionário na empresa pesquisada reportam-se à diretoria de manufatura.

4.1.3 Taxa de Resposta do Questionário do nível de Absorção da P+L.

Através das entrevistas não estruturadas com líderes funcionais das áreas de Engenharia Industrial e de Engenharia de Processos, foram identificados cerca de 20 profissionais diretamente ligados no desenvolvimento de novos processos de fabricação de refrigeradores e na gestão dos processos fabris atuais que satisfaziam os critérios, citados no item anterior.

Dos 20 engenheiros listados, 9 participaram da entrevista e completaram o questionário na íntegra, indicando uma taxa de resposta

de cerca de 45%. Quatro dos selecionados (20%) se encontravam em férias, quatro engenheiros listados (20%) se encontravam momentaneamente impedidos de responder o questionário por motivo de viagem a trabalho. Outros três (15%) não dispunham de tempo para responder o questionário em função de seus projetos se encontrarem nas fases de implementação em linha de fabricação e montagem da empresa estudada.

4.2 NÍVEL DE ABSORÇÃO DA P+L

A pontuação média obtida para todos os respondentes foi de 48, dos 100 que poderiam ser atingidos, indicando que a empresa estudada está engajada (escala de 40 a 60 pontos) com a Produção mais Limpa. A tabela 1 contém a visão do Nível Geral de Absorção da P+L por respondente e a divisão por componente de investigação da absorção da P+L (Nível de Conscientização, Gerenciamento e de Implementação da P+L).

Tabela 1– Nível de Absorção da P+L por Respondente e Componente.

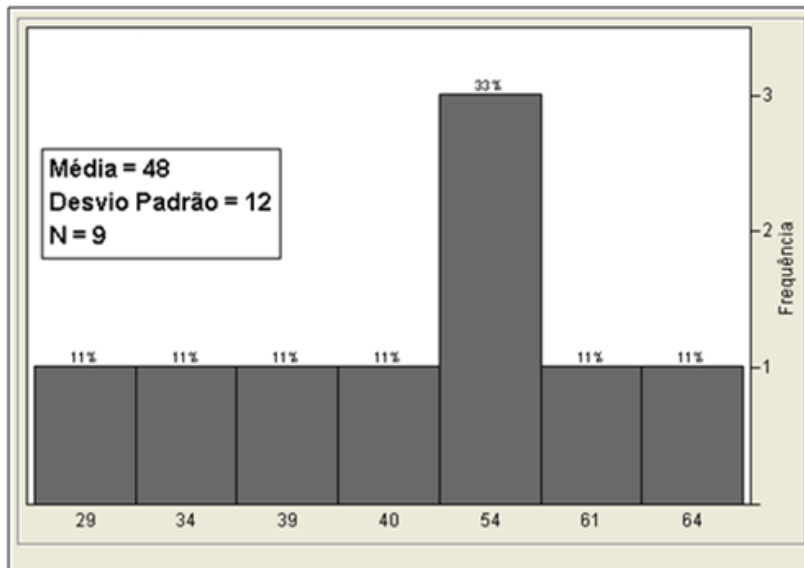
Média de Pontuação Obtida				
Respondentes	Média Obtida (escala 1-100)			Nível de Absorção Integrado
	Componente do sistema de avaliação da absorção da P+L			
	Conscientização	Gerenciamento	Implementação	
#1	100	42	50	64
#2	90	42	50	61
#3	100	42	20	54
#4	40	42	20	34
#5	90	42	30	54
#6	80	42	40	54
#7	40	38	10	29
#8	60	38	20	39
#9	50	41	30	40

Fonte: Autor.

Apesar da pontuação geral do Nível de Absorção ter apresentado média de 48 pontos, indicando um engajamento significativo, pela escala de 40 a 60 pontos, com a P+L, o desvio padrão apresentado, cerca de 12 pontos, indicou variações de Nível de Absorção entre 36 a 60 pontos. A Figura 13 apresenta um histograma da

avaliação do Nível de Absorção da P+L. Os resultados abaixo de 40 pontos foram apresentados por 3 respondentes.

Figura 13 - Histograma do Nível de Absorção da P+L.



Fonte: Autor.

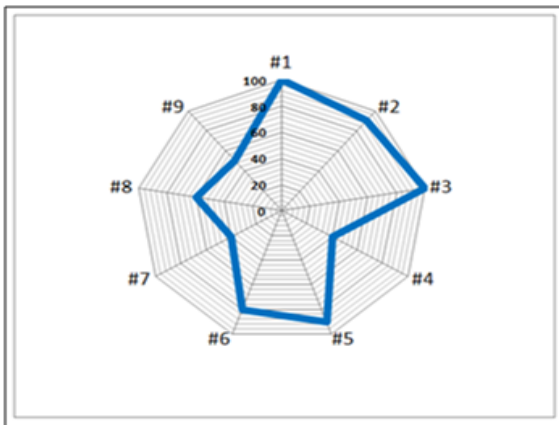
Mesmo que 36 pontos indique uma proximidade com a escala de engajamento significativo com a P+L, tal variação indica que alguns dos resultados apresentados, mais precisamente 3 destes, estão em um Nível de Absorção Mediana (escala de 20-40) da P+L. O principal motivo para tal está nos resultados apresentados na componente de implementação da P+L. Para um maior entendimento destes, o detalhamento das componentes de avaliação da P+L é apresentado a seguir.

Detalhamento:

- Nível de Conscientização da P+L: A média de pontuação obtida para o Nível de Conscientização da P+L é o mais alto dos componentes investigados, total de 72, dos 100 possíveis. O resultado indica que, sobre o ponto de vista de consciência sobre a familiaridade com os seus objetivos da P+L, os profissionais responsáveis pelo desenvolvimento de novos processos de fabricação de refrigeradores e na gestão dos processos fabris atuais

apresentam um nível de conscientização significativo. Tal ponto pode ser justificado pela disseminação que a empresa investigada realiza sobre o tema estudado, identificado através das entrevistas não estruturadas e comprovadas pela presença de um guia de Produção mais Limpa, na visão de um documento interno, que contém, entre outros elementos, as definições e a estratégia geral para sua atingibilidade. Em geral os respondentes apresentaram um grau elevado de conscientização sobre a Produção mais Limpa apresentando características e declarações adequadas sobre a P+L. A presença de resultados abaixo da escala de 60 pontos pode ser justificada pelo tempo dos respondentes na função exercida. Os 3 respondentes que obtiveram tais resultados apresentam menos de dois (2) anos de acordo com o questionário aplicado e nenhum destes apresenta função de liderança, onde o nível de conscientização normalmente é maior, segundo Howgrave-Grahan e Van Berkel (2007). A Figura 14 demonstra graficamente esses resultados, possibilitando visualizar as variações do Nível de conscientização da P+L entre os respondentes. Apesar da grande variabilidade, cerca de 24 pontos, da componente de “Conscientização” da P+L, a mesma não é responsável pelo resultado integrado do Nível de Absorção da P+L ter estado em 3 das avaliações numa posição Mediana (escala de 20-40) de Nível de Absorção visto que todos os seus resultados foram igual ou acima dos 40 pontos.

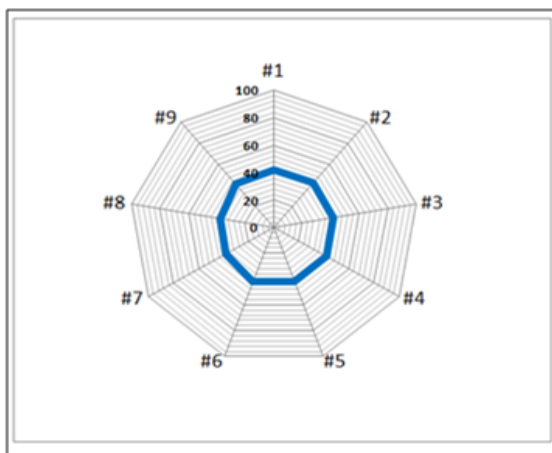
Figura 14 – Nível de Conscientização da P+L por Respondente.



Fonte: Autor.

- Nível de Gerenciamento da P+L: A média de pontuação obtida para o Nível de Gerenciamento da P+L foi de 41 pontos. O valor obtido aponta que a empresa estudada, representada pelos profissionais que atuam no desenvolvimento de novos processos na gestão dos processos fabris atuais, possui uma política ambiental, ou plano, engajada (40 a 60 pontos) com a P+L, refletindo um nível alto de consciência de seus profissionais, além da preocupação com o ambiente e a conservação de energia, consideradas na avaliação de pessoal, bem como de quem é o responsável para os assuntos ambientais da companhia, conforme enfatiza Howgrave-Grahan e Van Berkel (2007). A Figura 15 demonstra graficamente esses resultados, possibilitando entender as variações do nível de Gerenciamento da P+L entre os respondentes. Percebe-se uma uniformidade, ou baixo nível de variação, sobre o gerenciamento da P+L na empresa estudada, ilustrada com o desvio padrão obtido, de cerca de 2 pontos de desvio padrão.

Figura 15 – Nível de Gerenciamento da P+L por Respondente.



Fonte: Autor.

O desvio padrão obtido pode ser justificado pela baixa variação nas respostas de questionamento direto, tal como demonstra a tabela 2. No entanto, as perguntas que dependem de um grau de conhecimento e envolvimento maior dos respondentes, tal como detalhes do plano de Gestão Ambiental, como data e custos envolvidos, não tiveram respostas conclusivas, motivo pelo qual o

indicador apresentou tal resultado. O fato pode ser explicado por duas razões. Primeiramente a necessidade de confidencialidade de tais informações presente nos respondentes, relatadas e percebidas pelo pesquisador e, em segundo, por desconhecimento de tais pontos por parte dos respondentes, em especial pelos líderes de processos. Xx

Tabela 2: Nível de Gerenciamento da P+L, detalhe questões com respostas diretas.

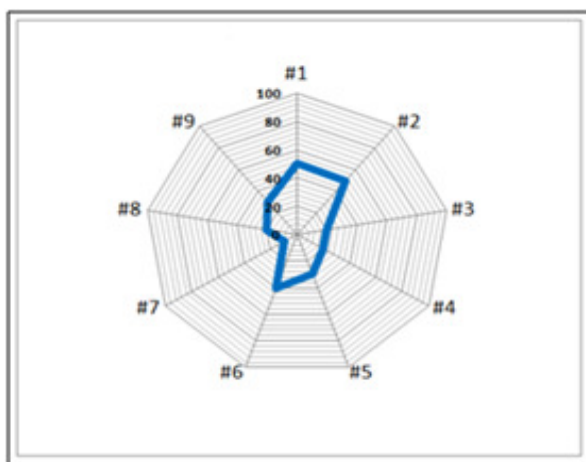
Questões	Respondente								
	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	#8	#9
Quantidade de profissionais que a Empresa dispõe para Gestão Ambiental?	5	5	5	4	4	5	5	5	5
Leva em consideração o Meio Ambiente e o Uso de Recursos (Energia, matéria-prima, etc) nas avaliações de novos projetos(NP) e/ou na gestão do dia-a-dia (DD)?	NP/DD	NP/DD	NP/DD	NP/DD	NP	NP/DD	NP/DD	NP/DD	NP/DD
Plano de Gestão Ambiental, com ações recomendadas e prazos para cumprimento?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Profissionais que estão envolvidos no desenvolvimento do plano de Gerenciamento Ambiental, CEO, Eng. Ambiental (EA), Gestor Ambiental(GA), Gestor EHS (GEHS)?	CEO; EA;GA; GEHS	CEO; EA; EA;GA; GEHS	CEO; EA;GA; GEHS	CEO; EA;GA; GEHS	CEO; EA; GA	CEO; EA;GA; GEHS	CEO; EA;GA; GEHS	CEO; EA;GA; GEHS	CEO; EA;GA; GEHS
Mantém registros separados para despesas de consumos?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

Fonte: Autor.

- Nível de Implementação da P+L: A média de pontuação obtida para o Nível de Implementação da P+L foi de 30 pontos, a menor dos componentes da pesquisa. O valor obtido aponta que a empresa estudada, representada pelos profissionais que atuam no desenvolvimento de novos processos na gestão dos processos fabris atuais, possui uma implementação mediana (escala de 20 a 30 pontos) de ações ou práticas da P+L, sugerindo que pouca inovação está sendo implantada para a conservação dos recursos ou redução dos resíduos. A máxima pontuação obtida por respondente ultrapassou os 40 pontos apenas em dois (2) casos dos nove (9) entrevistados, indicando baixa possibilidade de a empresa estar próxima de um engajamento significativo (40 – 60) com as práticas de P+L na componente de implementação. A Figura 16 demonstra

graficamente esses resultados, possibilitando entender as variações de nível de Gerenciamento da P+L entre os respondentes e os valores máximos e mínimos atingidos. Apesar da variação obtida nesta componente não ter sido a maior de todas as componentes de avaliação, cerca de 13 pontos de desvio padrão, o resultado integrado desta componente reduziu o valor total da Avaliação do Nível de Absorção da P+L já que nenhum dos entrevistados demonstrou ganhos obtidos com os projetos de P+L listados, fazendo com que os índices não ultrapassassem os 50 pontos. Este fato pode ser justificado por duas razões, conforme enfatiza Howgrave-Graham e Van Berkel (2007): primeiro a necessidade de confidencialidade, relatadas e percebidas pelo pesquisador conforme citado anteriormente; segundo, por desconhecimento de tais pontos por parte dos respondentes. Apesar disto, todos os entrevistados listaram pelo menos uma inovação que poderia ser classificada como P+L. O alto nível de consciência e o engajamento com o gerenciamento da P+L demonstram existirem barreiras para a implementação de práticas. Tais barreiras foram estudadas e mostradas no item 4.6 deste capítulo. A seguir tem-se uma visão de comparação dos resultados obtidos na empresa e nas empresas pesquisadas no trabalho Howgrave-Graham e Van Berkel (2007).

Figura 16 – Nível de Implementação da P+L por Respondente



Fonte: Autor.

4.3 COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS

Com o objetivo de se ter uma comparação dos resultados obtidos na avaliação do nível de absorção da P+L na empresa estudada em relação aos valores obtidos nas empresas avaliadas (pesquisa base) por Howgrave-Grahan e Van Berkel (2007), fez-se uma análise comparativa entre os valores totais obtidos e por componente de avaliação. A tabela 3 mostra os resultados obtidos das duas pesquisas.

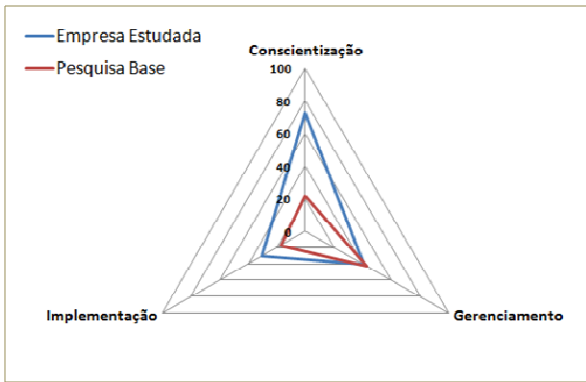
Tabela 3 – Nível de Absorção da P+L

Média de Pontuação Obtida				
Respondentes	Média Obtida (escala 1-100)			Nível de Absorção Integrado
	Componente do sistema de avaliação da absorção da P+L			
	Conscientização	Gerenciamento	Implementação	
Empresa Estudada	72	41	30	48
Pesquisa Base	22	43	17	27

Fonte: Autor e Howgrave-Grahan e Van Berkel (2007).

A empresa estudada apresentou média integrada de 21 pontos a mais que as empresas avaliadas por Howgrave-Grahan e Van Berkel (2007). Para uma análise das prováveis justificativas da diferença nos resultados obtidos, uma apresentação de variação entre as componentes do Nível de Absorção da P+L da empresa estudada e das empresas avaliadas pelos autores citados é apresentada na Figura 17.

Figura 17 – Análise comparativa de Resultado das Componentes de Absorção da P+L



Fonte: Autor.

Para a componente de Gerenciamento da P+L os resultados (empresa estudada e pesquisa base) apresentaram níveis similares de pontuação, conforme mostrado na figura 17. Tal ponto pode ser justificável pela presença de Sistema de Gerenciamento Ambiental (SGA) tanto na empresa estudada quanto nas empresas avaliadas por Howgrave-Grahan e Van Berkel (2007). Tal similaridade também indica que, tendo as empresas avaliadas uma política e/ou plano ambiental, as questões de meio ambiente e/ou de energia foram consideradas na avaliação dos respondentes, de acordo com os autores citados.

Para a componente de “Conscientização” a empresa estudada apresentou um nível relativamente maior que as empresas avaliadas por Howgrave-Grahan e Van Berkel (2007). Não há justificativas claras para tal, apenas hipóteses tais como: o fato de as duas pesquisas avaliarem portes diferentes de empresas pode direcionar para questões emergentes destas condições como o nível de consumo de insumos e de energia de uma empresa de grande porte exige ações preventivas (caso da empresa estudada); o nível de resíduos gerados por uma empresa de grande porte pode ser substancial ao ponto de não poder ser ignorado, obrigando a gerenciar de forma preventiva ao invés de reativa, caso da empresa estudada; a possibilidade de impacto positivo para a imagem da marca com ações ambientais preventivas (caso da empresa estudada), a necessidade de ações de curto prazo para as empresas de médio e pequeno porte leva a decisões equivocadas (caso da pesquisa base).

Para a componente de “Implementação”, a empresa estudada apresentou cerca de 13 pontos a mais que os resultados obtidos nas empresas avaliadas por Howgrave-Grahan e Van Berkel (2007). A justificativa para tal pode ser: maior acesso a tecnologias inovadoras (caso empresa estudada), segundo Shi et al. (2009); dificuldade das empresas de Médio e Pequeno porte (empresas avaliadas na pesquisa base) em obter financiamento de novos projetos, além do elevado custo de capital inicial, do baixo desempenho financeiro e da ausência de avaliações em P+L, segundo Rossi e Barata (2009).

Os resultados obtidos nas componentes de Conscientização e Implementação da P+L, conforme citado anteriormente, determinaram os fatores pelo qual o resultado integrado da avaliação da absorção da P+L na empresa estuda é relativamente maior que o obtido nas empresas avaliadas por Howgrave-Grahan e Van Berkel (2007).

Apesar dos resultados obtidos na empresa estudada terem demonstrado significativa diferença em relação aos dados históricos apresentados por Howgrave-Grahan e Van Berkel (2007), a comparação

parece ter apresentado razoável consistência visto os motivos apresentados.

A seguir, os projetos descritos nas entrevistas, considerados pelo pesquisador como de Produção mais Limpa, segundo a literatura estudada, catalogados e classificados conforme classificação utilizada por Van Berkel (2007) e pela UNEP (1994).

4.4 IDENTIFICAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DAS PRÁTICAS DE P+L

Os resultados identificaram um total de 22 projetos de P+L. No entanto, somente nove (41%) projetos foram considerados como de Produção mais Limpa, baseado na aplicação do protocolo de identificação e Classificação das Práticas de P+L (Apêndice C), tendo reduzido ou evitado a Geração de Resíduos ou de Emissões ou, reintegrado ou reciclado Resíduos e Emissões. Cerca de 13 projetos apresentados não tiveram um desses quesitos apresentados ou descumpriram algumas das razões tais como: ausência de comprovação de mudanças realizadas; relação inexistente com o tema P+L apesar de possíveis benefícios ambientais e econômicos; estar fora do período desejado (últimos 3 anos). O quadro 10 apresenta os projetos, o benefício ambiental obtido, a classificação conforme as categorias definidas por Van Berkel (2007) e pela UNEP (1994) e os processos fabris onde tais projetos foram implementados, segundo o mapa de processo fabril citado anteriormente (figura 12).

Percebe-se que a maioria (55%) dos projetos considerados como P+L estão relacionados com o processo de Pintura de Refrigeradores, do qual apresenta possibilidade de impacto ambiental bastante elevado, de acordo com os Engenheiros entrevistados. Outros 22% estão relacionados às áreas de Injeção de Plásticos e de Laminação e Termoformagem, onde o consumo de matéria prima é bastante elevado e a tecnologia para transformação de materiais envolve máquinas de maior complexidade, com alto consumo de energia, principalmente de motores e áreas de aquecimento, de acordo com os engenheiros questionados e visitas feitas a planta. Um projeto inovador, de acordo com os engenheiros de processo, foi a eliminação do processo de solda brasagem dos tubos que compõem o sistema hermético de refrigeração, substituído por uniões mecânicas (pressão), ou o termo em inglês Lokring. Esta e outras inovações serão apresentadas a seguir.

Quadro 10 – Identificação e classificação de Projetos de P+L.

Projeto	Descrição	Benefício Ambiental	Classificação (Categoria) conforme Quadro 3	Processo Fabril conforme Figura 12
A	Substituição de antigas linhas de pintura líquida base solvente por novas linhas de pintura a pó;	Redução Emissão e Tratamento de Resíduos	Mudança de Tecnologia; Mudança de Matéria Prima	Pintura
B	Utilização de lâmpadas LED, utilização de telhas translúcidas para iluminação natural;	Redução Consumo de Energia	Mudança de Tecnologia	Montagem
C	Reuso de água da estação de tratamento de efluentes;	Redução Consumo Água;	Reuso e Reciclagem	Pintura
D	Substituição do processo de solda brasagem por união mecânica (Lokring)	Zero Emissão e Tratamento Resíduos	Mudança de Tecnologia; Mudança de Produto; Mudança de Matéria Prima	Sistema de Refrigeração
E	Substituição de motores elétricos de Corrente Alternada por motores de Corrente Continua	Redução Consumo de Energia	Mudança de Tecnologia	Injeção de Plásticos, Laminação e Termoformagem
F	Diminuição da espessura da chapa da caixa interna de 3,6 para 3,4 mm	Redução Consumo de Matéria Prima	Modificação de Produto	Laminação e Termoformagem
G	Mudança do pré tratamento de chapas metálicas a base de fosfatos de ferro e zinco para um pré tratamento a base da tecnologia de nanocerâmicos;	Redução Emissão e Tratamento de Resíduos; Redução do consumo de água; Redução Consumo Matéria Prima;	Mudança de Tecnologia; Mudança de Matéria Prima	Pintura
H	Conversão de todas as caldeiras de geração de calor (energia térmica) que utilizavam queimadores de óleo combustível para queimadores de gás natural;	Redução Emissão e Tratamento de Resíduos	Mudança de Tecnologia; Mudança e Matéria Prima	Pintura
I	Conversão de antigas linhas de desengraxe de peças com base em solventes clorados por novos equipamentos de desengraxe de peças com soluções à base d' água;	Zero Emissão e Tratamento Resíduos	Manutenção e Limpeza	Pintura

Fonte: Autor com base na Fonte Estudada e UNEP (1994).

4.5 PRÁTICAS DA P+L E RESULTADOS OBTIDOS COM AS PRÁTICAS DE P+L

O pesquisador, através das entrevistas semiestruturadas, obteve acesso a alguns dos projetos citados no Quadro 9, permitindo o detalhamento de alguns pontos envolvendo estes, tais como: objetivo principal do projeto, investimentos financeiros e os benefícios, distribuídos em ambientais e financeiros. Tais pontos são demonstrados a seguir.

4.5.1 Substituição de Antigas Linhas de Pintura Líquida a base de solvente por Linhas de Pintura a Base de Pó

O projeto teve como objetivo principal a redução dos aspectos ambientais envolvidas na pintura líquida a base de solventes. No entanto, o produto não poderia perder suas características estéticas e funcionais, ou seja, o novo processo de pintura deveria garantir as mesmas características obtidas com o processo de pintura líquida. Tais características estão ligadas à resistência à corrosão e qualidade estética atrativa ao consumidor.

A solução adotada pela empresa foi a substituição dos processos de pintura líquida, a base de solventes, por processos de pintura a base de pó. A viabilidade da solução apontada foi obtida através da avaliação da melhor prática de pintura voltada a um menor impacto ambiental e características funcionais e estéticas similares.

Com base em estudos comparativos a empresa realizou a avaliação dos resultados dos Aspectos e Impactos Ambientais (AIA) dos processos de Pintura de Tinta Líquida da própria empresa e do processo de pintura a base de Pó, fornecidos por empresas parceiras, a fim de estabelecer critério de decisão com base em valor de resposta, com o melhor resultado sendo obtido de acordo com o menor valor de Fator de Risco Ambiental (FRA).

O Anexo A apresenta a planilha de avaliação de aspectos e impactos ambientais do processo de pintura a pó, bem como o resultado de Fator de Risco Ambiental obtido, FRA igual a 1,0. Com FRA relativamente inferior, o processo de pintura a pó não apresentou fatores significativos de impacto, ou seja, de risco moderado, substancial ou intolerável para o meio ambiente, segundo a avaliação de aspectos e impactos ambientais da empresa parceira.

O Anexo B apresenta a planilha de avaliação de aspectos e impactos ambientais do processo de Pintura líquida, bem como o resultado de Fator de Risco Ambiental obtido, FRA de 1,68. Para o processo a base de Pintura Líquida, a avaliação da empresa apresentou dois fatores de risco significativo para o meio ambiente que levaram esse a obter um valor de Fator de Risco relativamente maior (68%) que o obtido no processo com base em Pintura a Pó:

- a) Pré-tratamento e pintura de peças, com geração de efluente físico-químico;
- b) Pré-tratamento e pintura de peças, com risco de vazamento de produtos químicos como: tintas, produtos de limpeza, solvente e óleo;

O projeto teve investimentos na ordem de R\$ 7 milhões com retorno dos valores investidos em cerca de 1,23 anos. As reduções realizadas envolvem: materiais de consumo em cerca de R\$ 6,4 milhões ano; Mão de Obra em aproximadamente R\$ 3 milhões ano; Energia Elétrica e Gás Consumido em aproximadamente R\$ 600 mil.

4.5.2 Reuso de Água da Estação de Tratamento de Efluentes

O projeto teve como objetivo principal o reaproveitamento da água após o seu uso primário no tratamento de superfície de chapas metálicas do processo de pintura, na água de caldeira para aquecimento das estufas de secagem do processo de pintura e na água de drenagem de torres de arrefecimento usadas para refrigeração dos moldes dos processos de Injeção e Laminação de Plásticos.

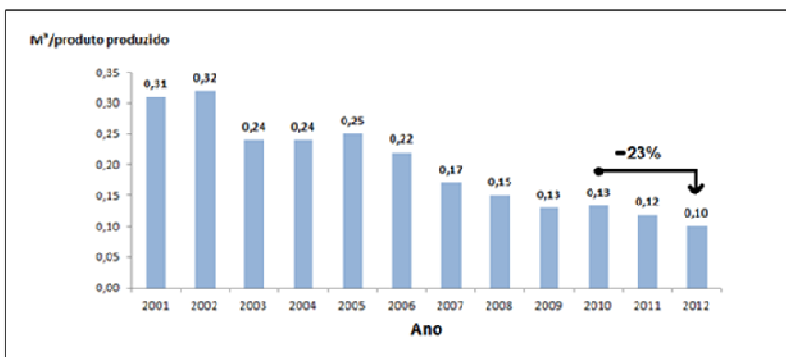
A viabilização do reuso foi atingida com a análise da usabilidade da água pós-tratamento dos efluentes, pré-devolução para o meio ambiente em condições exigidas por lei. Com o entendimento dos processos e equipamentos que poderiam ser supridos, tendo como condição primária a composição do efluente e os requisitos exigíveis nos processos, o projeto se tornou viável e exigiu o retrabalho do efluente nas etapas de: coagulação e floculação; remoção de compostos químicos; polimento do efluente através de filtros pressurizados de areia e carvão antracitoso; desinfecção através de sistema “UV”.

A condição de tratamento consiste na análise do pH do efluente que chega à Estação de Tratamento de Efluente (ETE), onde é adicionado ácido, quando necessário, para correção do pH e para ativar a reação química. Adiciona-se um coagulante para iniciar a reação química (aglutinação dos compostos em partículas segregáveis). Na

etapa subsequente ocorre a correção do pH com hidróxido de sódio, caso haja necessidade, para controlar e aumentar a aglutinação do processo. Em uma terceira etapa ocorre a inserção de um polímero, que visa criar o floco que será segregado na etapa de decantação do efluente, gerando ao término um efluente tratado e um volume de lodo segregado que é posteriormente filtrado no equipamento filtro-prensa, onde o é reduzido o volume líquido do lodo, gerando um material sólido que contém impurezas e produtos químicos do efluente bruto. O efluente líquido do filtro prensa retorna ao início do processo físico-químico e é novamente reprocessado.

O projeto tinha meta principal propiciar fontes sustentáveis com a substituição de água oriunda diretamente de recursos naturais por água reaproveitada pós-consumo primário, e atingiu a marca de substituição de recursos naturais em 23% no segundo ano (2012) de reuso, conforme demonstra a figura 18.

Figura 18 – Consumo de Água de Fontes Primárias.



Fonte: Empresa estudada.

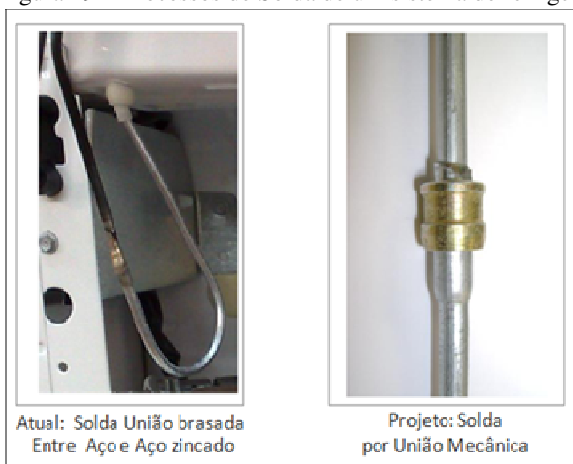
Além dos benefícios financeiros obtidos pela redução de consumo de água de fontes primárias, na ordem de R\$ 18.000,00 por mês frente a um investimento total de cerca de R\$ 282.000,00 e retorno dos valores investidos em cerca de 1,3 anos. O projeto possibilitou ainda a redução no consumo de: 2.300 Kg de Óxido de Cálcio (CaO) ano; 3.590 Kg de Hidróxido de Cálcio (NaOH) ano, 2.210 kg de ácidos, tais como o ácido Clorídrico (HCl) e Sulfúrico (H₂SO₄), proporcionados pelas mudanças tecnológicas no processo de tratamento de efluentes. Este projeto recebeu o 3º Lugar do Prêmio ANA-2012 promovido pela

Agência Nacional de Águas, responsável pela utilização e gerenciamento do Insumo Água no Brasil.

4.5.3 Substituição do Processo de Solda Brasagem por união Mecânica (Lokring)

O projeto teve como objetivo a substituição do processo de solda de brasagem dos pontos do sistema de refrigeração (figura 10) para um processo de união Mecânica, denominada solda lokring, por meio da utilização de um anel de vedação que garante estanqueidade da conexão, ou seja, garante a vedação necessária para manter o sistema de refrigeração hermeticamente isolado, características que a solda por brasagem também obtém, quando realizada de forma adequada. A figura 19 apresenta o resultado final dos dois processos, por solda de brasagem e por solda mecânica lokring.

Figura 19 – Processos de Solda de um sistema de refrigeração.

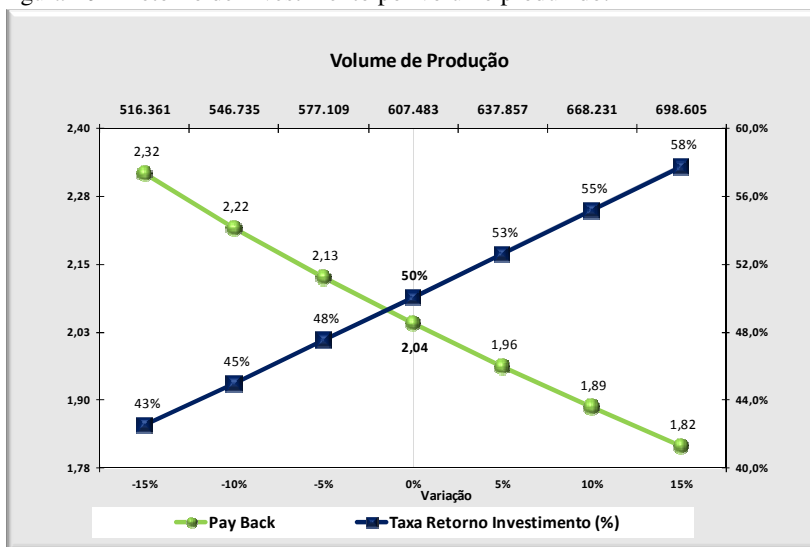


Fonte: Empresa estudada.

A colocação de um processo por solda mecânica elimina a necessidade de materiais de adição, que faz a junção entre os metais, onde se utiliza um metal de adição, que preenche a folga entre os materiais base por efeito capilar. Tal projeto eliminou a necessidade de adição de solda a base de prata, evitando a necessidade de tratamento de resíduos sólidos e atmosféricos, gerando uma redução no consumo de

solda prata na ordem de 25 kg para cada 1 milhão de produtos produzidos, em apenas um ponto de solda do sistema de refrigeração. Os investimentos envolvidos para cada união lokring implementada é de R\$ 36.000,00, com retorno de investimento previsto para 2,04 anos, para um volume médio de produção na ordem de 607 mil produtos. A figura 20 demonstra a taxa de retorno de investimento (pay back) e a taxa de retorno de investimento por volume de produção. Quanto maior o volume de produtos produzidos, menor o tempo estimado para retorno do investimento e maior a taxa de retorno de investimento.

Figura 20 – Retorno de investimento por volume produzido.



Fonte: Empresa estudada.

A implementação do projeto não apenas possibilitou ganhos financeiros, ambientais e de redução de complexidade no processo, mas a nova tecnologia reduziu também o vazamento de gás refrigerante nos pontos de solda, melhorando assim a qualidade do produto produzido, evitando desconfortos com consumidores finais, de acordo com os engenheiros da empresa estudada.

4.5.4 Substituição de motores elétricos de Corrente Alternada por motores de Corrente Contínua

O projeto teve como objetivo principal a redução de consumo de energia dos motores elétricos utilizados nos processos fabris da empresa. Os engenheiros envolvidos partiram da premissa de que motores antigos pertencentes à empresa há mais de 5 anos provavelmente tem tecnologia ultrapassada com alto consumo de energia aplicada.

Partindo desta hipótese, o levantamento dos possíveis equipamentos que apresentavam esta condição foi executado e, várias destas condições foram encontradas. Aplicações simples, que não exigem o controle de torque ou da velocidade no processo, foram encontradas com a presença de Motores Elétricos de Corrente Alternada (CA) acionados diretamente pela rede de energia, ou seja, sem o uso de inversores de frequência que geram economia de consumo. Aplicações mais complexas, onde torque e velocidade são variados, em decorrer da necessidade do processo, foram encontradas com o uso de Motores Elétricos de Corrente Contínua (CC) de grande porte.

Com o levantamento foram consideradas e executadas duas soluções principais:

1. Substituir Motores Elétricos de CA acionados diretamente à rede de alimentação por Motores de CA com acionamento por Inversores de Frequência;
2. Substituir Motores Elétricos de CC de grande porte por Motores Elétricos de CA com acionamento por Inversores de Frequência;

O projeto prevê fases de implementação que envolve todos os processos mapeados (Figura 12). Para uma implementação inicial foram considerados os processos de Injeção de Plásticos e de Laminação e Termoformagem devido à grande quantidade de equipamentos (injetoras, extrusoras e termoformadoras) pertencentes a esses processos. A tabela 4 demonstra o Total de Energia Economizada ano, em torno de 1.983 MWh, o total de investimento necessário para a substituição destes motores que ultrapassou R\$ 1 milhão, além do seu detalhamento, e a economia ano produzida pelo investimento, que se aproxima de R\$ 400 mil ano.

Tabela 4 – Análise Detalhada Investimento Substituição Motores Elétricos Processos.

	Processos de Injeção de Plástico	Processos de Laminação e Termoformagem	TOTAL
Energia Economiz. (MWh/ano)	905,30	1.077,92	1.983,22
Investimento (R\$)	546.779,01	813.394,74	1.360.173,75
Materiais e Equipamentos	274.042,65	566.500,00	840.542,65
Execução Serviços	198.000,00	92.400,00	290.400,00
Gestão, responsabilidade técnica, fiscalização	25.918,82	53.579,30	79.498,13
Pré-diagnóstico, diagnóstico, projeto executivo	24.120,19	49.861,17	73.981,35
Medições	11.206,89	23.166,85	34.373,75
Descarte de equipamentos	2.745,51	5.675,51	8.421,03
Serviços - Celesc	10.744,94	22.211,91	32.956,85
Economia ano (R\$)	181.059,84	215.584,20	396.644,04
Pay-back (ano)	3,02	3,77	3,43

Fonte: Empresa estudada.

As análises dos demais processos do parque fabril estão previstas para o ano de 2013 segundo os Engenheiros da empresa estudada.

4.5.5 Mudança do pré-tratamento de chapas metálicas a base de fosfatos de ferro e zinco para um pré-tratamento a base da tecnologia de nano cerâmico

O processo produtivo de Pintura de Refrigerados da Linha Branca inclui etapas de pré-tratamento das superfícies metálicas como condição para uma posterior pintura. Tradicionalmente o processo de pré-tratamento consiste na aplicação de uma solução de fosfato na superfície das chapas metálicas, objetivando desengraxar a superfície e aumentar a área superficial para uma adequada adesão das camadas de tinta, além da própria resistência à corrosão requerida para esse tipo de produto. Tal solução apresenta em sua composição Fósforo (P), Zinco (Zn), Níquel (Ni) e Manganês (Mn).

Os efluentes gerados neste processo exigem um padrão de descarte bastante rigoroso, principalmente com os parâmetros fósforo (P) e nitrogênio (N) e, mesmo com eficiência de até 90%, a Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) não permitia garantir em todos os momentos do descarte os limites impostos pela legislação estadual, de 1 mg/litro de P e 10 mg/litro de N.

Com base nos princípios da Produção mais Limpa, uma solução foi aplicada, e esta ligada diretamente ao fato gerador ou causa do problema. O objetivo era encontrar uma alternativa ambientalmente

mais adequada, que ainda fosse viável economicamente e que mantivesse o desempenho técnico dos produtos químicos atuais no próprio processo produtivo, sem efeitos colaterais danosos aos requisitos de qualidade e parâmetros de processo existentes.

A nova tecnologia de pré-tratamento, nano cerâmica, consiste em uma composição para tratamento de superfície isenta de fosfatos e a mudança do desengraxante convencional para um desengraxante “baixo fósforo”, que fornece as nano partículas que formam uma camada de alta densidade, livre de fosfatos, tornando a superfície metálica anticorrosiva, propriedade essencial do processo de pintura.

O projeto exigiu a alteração das máquinas de pré-tratamento para utilização das novas matérias primas, além do que, novos procedimentos foram implantados em nível de operação e todos os colaboradores envolvidos passaram por uma fase de capacitação e entendimento nas novas condições operacionais. Os investimentos no parque fabril, no processo de pintura (Figura 12) foram na ordem de R\$ 150.000,00 na alteração de cinco (5) linhas de pré-tratamento (máquinas de fosfatização) para a implementação do Nanocerâmico, com um retorno de investimento obtido após 5 anos do início do uso da nova tecnologia.

Os benefícios obtidos envolveram:

- Economia de energia refletida em redução de aproximadamente 10% no consumo de gás natural, utilizado no aquecimento dos banhos de processo;
- Economia de consumo de água industrial (de poços) para a montagem e manutenção dos banhos de processo, da ordem de 35% de redução no consumo;
- Redução da quantidade de produtos químicos utilizados, como por exemplo, tornando-se desnecessário o uso de refinador (ativador de superfície prévio ao banho de fosfatização), que foi eliminado do processo;
- Eliminação da geração da borra de fosfato (fosfato de ferro), pois o banho nanocerâmico, possuindo menos metais (Zn, Ni, Mn) em sua composição, não forma como resíduo uma borra insolúvel, como ocorria no processo anterior;
- Eliminação da necessidade de limpeza química (com ácido sulfúrico) nas tubulações entupidadas com incrustação de borra no equipamento, reduzindo-se consequentemente o uso desse ácido e do efluente carregado que era gerado pelas limpezas químicas;

- Eliminação dos teores de Fósforo Total (Pt) e Nitrogênio Total (Nt) do efluente à ser tratado, uma vez que o produto químico (fosfato) era o responsável por cerca de 90% da concentração desses elementos no efluente final gerado para tratamento.

A seguir, as principais barreiras para a implementação da P+L, apresentadas pelos entrevistados, serão demonstradas e comparadas com a literatura pesquisada a respeito.

4.6 BARREIRAS PARA O USO DA P+L

Com base no questionário aplicado, cerca de 50% dos entrevistados apontaram a maior dificuldade para a implementação da P+L a visão de curto prazo para o retorno dos investimentos. Tal ponto se encaixa perfeitamente nas Barreiras Internas e Gerencias de: prioridade no aumento de produção; competição de prioridade; pressão por resultados de curto prazo; falta de consciência sobre os benefícios da P+L; limitação racional na tomada de decisão dos negócios, tal como descreve Rossi e Barata (2009), Shi et al. (2008) e Gunningham e Sinclair (1997). A frase de um dos entrevistados demonstra tais constatações: “Vejo como característica de ser regulatória e não espontânea devido um custo sem retorno evidente no curto prazo”.

Cerca de 30% apresentaram como principais barreiras os elevados custos de capital para implementação aliados com a ausência de diretrizes claras para a aplicação da P+L na empresa estudada. Tal característica se enquadra nas Barreiras Gerencias e Organizacionais demonstradas por Shi et al. (2008). O guia de Produção mais Limpa da empresa estudada apresenta uma série de medidas e indicadores que devem ser medidos e avaliados no desenvolvimento de novos processos, tais como: balanços de energia nos equipamentos atuais para avaliar kWh consumidos por peças fabricadas; balanços de massa nos equipamentos atuais para avaliar a quantidade de águas consumidas em função da quantidade de produtos fabricados, no entanto, para estes entrevistados, as diretrizes não parecem estar sendo levadas em consideração no processo de tomada de decisão para a implementação de um novo processo.

Outros 20% apresentaram desconhecimento da Produção mais Limpa, conforme citado anteriormente, demonstrando uma lacuna de informação e capacitação técnica, conforme Shi et al. (2008). Tal

característica é comprovada com a frase de um destes respondentes: “A P+L ainda é vista como cumprimento de normas”.

Com base nos resultados da avaliação do Nível de Absorção da P+L, na identificação, classificação e demonstração detalhada de práticas da P+L e no apontamento de algumas barreiras para a implementação da P+L apresentadas neste capítulo, são demonstradas a seguir as conclusões deste trabalho de pesquisa, bem como suas limitações e algumas sugestões para trabalhos futuros. O quadro X apresenta, de forma resumida, as barreiras encontradas na empresa estudada, a referência na literatura e os autores da referência.

Quadro 11: Resumo Barreiras Identificadas.

Barreiras Identificadas	Referência Literatura	Autor
Visão de curto prazo para o retorno de investimentos	Barreiras Internas	Gunninghan e Sinclair (1997).
Elevados custos de capital para implementação da P+L	Barreiras Financeiras e Econômicas	Rossi e Barata (2009); Shi <i>et al</i> (2008).
Ausência de diretrizes claras para a aplicação da P+L	Barreiras Gerenciais	Rossi e Barata (2009); Shi <i>et al</i> (2008).
Desconhecimento sobre a Produção mais Limpa	Falta de Conhecimento sobre a P+L	Rossi e Barata (2009); Shi <i>et al</i> (2008); Gunninghan e Sinclair (1997); Cebon (1993).

Fonte: Empresa estudada.

Três das quatro barreiras apresentadas, demonstradas no quadro 11, são de ordem interna, ou ligadas ao modelo de gestão organizacional, associadas à característica da empresa. Apenas uma barreira identificada é de ordem externa, além do controle da empresa.

5.0 CONCLUSÕES

Como apresentado anteriormente na Introdução, o propósito deste trabalho foi identificar e demonstrar práticas da Produção Mais Limpa nos processos produtivos de um fabricante do setor de eletrodomésticos da linha branca. Para a condução deste trabalho, uma survey adaptada da literatura existente foi aplicada nos departamentos responsáveis pelo desenvolvimento e gestão dos processos de fabricação de refrigeradores, e os resultados obtidos foram traduzidos seguindo critérios da literatura existente.

Além deste propósito principal, objetivos específicos tornaram-se possíveis através da aplicação desta survey, e de outros métodos de coleta de dados, tais como a avaliação inicial do Nível de Absorção da P+L no desenvolvimento de novos processos de fabricação de um fabricante de eletrodomésticos da linha branca, e também, a identificação de barreiras para a implantação de projetos de Produção mais Limpa no desenvolvimento de novos processos de fabricação de refrigeradores deste mesmo fabricante.

Os resultados apresentaram cerca de 9 projetos classificados como de Produção Mais Limpa e um engajamento (40-60 pontos) com a implementação de novos projetos de P+L, conforme avaliação do Nível de Absorção da P+L nas áreas de desenvolvimento de novos processos de fabricação de refrigeradores.

Com base nestes resultados, os pontos conclusivos deste trabalho de pesquisa são:

- Se comparados os resultados da avaliação de Nível de Absorção da P+L das empresas exploradas pelos pesquisadores citados anteriormente com a empresa pesquisada, pode se dizer que em âmbito geral, a empresa pesquisada apresenta um maior Nível de Absorção da P+L. No entanto, existe a oportunidade de agregação de valor na implementação de mais projetos da P+L frente à pontuação obtida na componente de implementação da P+L, um dos três atributos de avaliação de Nível de Absorção da P+L.
- Apesar do alto nível de entendimento dos princípios e práticas apontados na pesquisa, a empresa estudada enfrenta dificuldades para tradução desses em aplicações práticas. O mediano valor encontrado na componente de Implementação de Práticas da P+L reflete a presença de dificuldades para a implantação de projetos com base nos

princípios da Produção mais Limpa. Tais dificuldades não diferem das principais barreiras encontradas na literatura pesquisada e estão, de acordo com os entrevistados, centralizadas nas Barreiras Internas para Implementação da P+L, tendo como principal fator a visão de curto prazo sobre o retorno dos investimentos. Tal visão reflete a preocupação por resultados imediatos, pouco sustentáveis;

- Tendo como base que a empresa estudada é de grande porte e os valores dos projetos implantados com base nos princípios da P+L relatados anteriormente, percebe-se que não há grandes limitações para investimentos que produzem resultados nos dois âmbitos, o ambiental e o financeiro. No entanto, barreiras internas, culturais e gerenciais, parecem ir contra a implementação de novos projetos com base nos princípios da Produção mais Limpa;
- Os projetos de P+L relatados neste trabalho, trazem uma visão das Práticas de P+L encontradas num fabricante do setor de eletrodomésticos da linha branca, criando um referencial para o setor no tema Produção mais limpa, frente ao escasso número de trabalhos publicados a respeito do tema em questão neste setor.
- Mediante os projetos implementados na empresa estudada e relatados neste trabalho, pode-se perceber o alto potencial dos princípios e práticas da P+L em relação aos benefícios ambientais e financeiros obtidos, principalmente no setor de Linha Branca.

5.1 LIMITAÇÕES AO DESENVOLVIMENTO DA DISSERTAÇÃO

Entende-se que as limitações impostas ao presente trabalho estão principalmente associadas ao pesquisador, ao porte da empresa e a interpretação das respostas do questionário de Nível de Absorção da P+L. A seguir são discutidas cada uma dessas limitações:

- Implicações quanto ao pesquisador: devido ao pesquisador deste trabalho fazer parte da empresa objeto de estudo, o mesmo possuía total consciência de que a falta de imparcialidade nas intervenções realizadas poderia ocorrer. No entanto, o cuidado com a autodisciplina em não influenciar de forma significativa as respostas esteve

sempre presente, sendo de forma organizacional e individual. Portanto, considera-se que este fator não impactou nos resultados obtidos neste trabalho.

- Implicações quanto ao método: apesar do método de pesquisa ter sido aplicado por Howgrave-Grahan e Van Berkel (2007) em empresas de pequeno e médio porte, o mesmo tem como base outros autores, tais como Holmes e Girardi (1999) e Greene (1999), que avaliaram empresas de manufatura de todos os portes na Austrália, de acordo com Howgrave-Grahan e Van Berkel (2007).
- Implicações quanto à interpretação do questionário de Nível de Absorção da P+L: de acordo com Howgrave-Grahan e Van Berkel (2007), o questionário para a medição do Nível de Absorção da P+L conta com certa quantidade de subjetividade e carece de precisão do avaliador e rigor de cuidado e profundidade na avaliação das práticas de P+L. No entanto, para fins desta dissertação, não apenas as respostas dos questionários foram avaliadas com profundidade, mas também todos os projetos mencionados, com grau de profundidade adequados para serem considerados como uma inovação de Produção mais Limpa. Importante lembrar que este trabalho apenas apresenta um corte de interpretação sobre um processo da Empresa, o de Desenvolvimento e Gestão de Processos Fabris, portanto, não reflete totalmente o nível de Absorção da P+L na empresa em sua totalidade, na tentativa de capturar como a P+L tem sido aplicada na empresa no que diz respeito ao desenvolvimento e gestão de novos processos Fabris.

5.2 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Recomendações para trabalhos futuros:

- Efetuar a Avaliação do Nível de Absorção da P+L para toda a Empresa, ou seja, realizar a pesquisa nos processos de desenvolvimento de produtos e de serviços, a fim de avaliar as práticas de P+L em sua totalidade;
- Testar o método de Avaliação do Nível de Absorção da P+L em outras empresas do mesmo setor para se ter uma

melhor visão de como as práticas de P+L vem sendo aplicadas neste setor;

- Testar o método de Avaliação do Nível de Absorção da P+L em empresas de setores diferentes, efetuando ajustes necessários, para se ter uma visão da eficácia deste em diferentes cenários de aplicação;
- Criar uma proposta de avaliação de Nível de Absorção da P+L que contenha critérios definidos com pesos diferenciados de pontuação, reduzindo a subjetividade das respostas extraídas e a necessidade de um alto grau de conhecimento do pesquisador.

REFERÊNCIAS

3M. Who we are. Disponível em: <http://solutions.3m.com/wps/portal/3M/en_US/3M-Company/Information/AboutUs/WhoWeAre/>. Acesso em: 23 setembro 2012.

AGUSTINA, B.; SAA, A.; MARCOS, M.; RUBIO, E. M. Analysis of the Machinability of Aluminium Alloys UNS A97050-T7 and UNS A92024-T3 during Short Dry Turning Tests. *Advanced Materials Research*, v.264, p.931-936, 2011.

ALBERGONI, A. Panorama setorial: o setor de linha branca pré-redução do IPI. *Vitrine da Conjuntura*, v.2, n.5, p.1-9, 2009.

ALTHAM, W. Benchmarking to trigger cleaner production in small businesses: drycleaning case study. *Journal of Cleaner Production*, v.15, n.8, p.798-813, 2007.

AMORIM, P.H.; AMARAL, C. E.; FERREIRA, L.A.A. Processo de fabricação de gabinete de refrigerador, processo de fabricação de refrigerador e linha de produção de um gabinete. BR n. PI0902027-6 A2, 02 jun. 2009, 22 fevereiro 2011.

ANDREWS S, STEARNE J, ORBELL J. Awareness and adoption of cleaner production in small to medium-sized businesses in the Geelong Region, Victoria, Australia. *Journal of Cleaner Production*, v.10, n.4, p. 373-380, 2002.

BAAS, L. Cleaner production and industrial ecosystems, a Dutch experience. *Journal of Cleaner Production*, v.6, n.3, p.189-197, 1998.

BAAS, L. To make zero emissions technologies and strategies become a reality, the lessons learned of cleaner production dissemination have to be known. *Journal of Cleaner Production*, v.15, n.13, p.1205-1216, 2007.

BOUSTEAD I., CHAFFEE C. Life cycle assessments and eco-indices. *Newsletter International Council on Metals and the Environment*, v. 6, p. 1-2, 1998.

BROWN, G.; STONE, L. Cleaner production in New Zealand: taking stock. *Journal of Cleaner Production*, v.15, n.8, p.716-728, 2007.

BRYMAN, A. *Research Methods and Organization Studies*. Unwin Hyman, London, 1989.

BÜYÜKBAYA, B.; NILGUN, C. B.; GUN E. G.; C.; MAMMADOVA, A. Cleaner production application as a sustainable production strategy, in a Turkish Printed Circuit Board Plant. *Resources, Conservation and Recycling*, v.54, n.10, p.744-751, 2010.

CALIA, R.C.; GUERRINI, F.M. Estrutura organizacional para a difusão da produção mais limpa: uma contribuição da metodologia seis sigma na constituição de redes intra-organizacionais. *Revista Gestão & Produção*, v.13, n.3, p.531-543, 2006.

CALIFE, N.F. S.; NOGUIERA, E.; ALVES FILHO, A. G. Empresas do Setor de Linha Branca e suas Estratégias Competitivas e de Produção. Associação Brasileira de Engenharia de Produção – ABEPRO, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. *Revista Produção On Line*, v. 10, n. 2, 2010.

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

CAUCHICK MIGUEL, P.A. (Coord). *Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações*. 1a ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

CEBON, P. Corporate obstacles to pollution prevention; the sociology of the workplace is just as important as technical solutions. *EPA Journal*, v.19, n. 3, p. 20-2, 1993.

CETESB – Produção mais limpa. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Ambiente/producao_limpa/apresentacao.a.sp>. Acesso em: 2 nov. 2012.

CHEN, W.; WARREN, K.A.; DUAN, N. Incorporating cleaner production analysis into environmental impact assessment in China.

Environmental Impact Assessment Review, v.19, n. 5, p. 457–476, 1999.

CLARK, K. B.; WHELLWRIGHT, S.C. Managing New Product and Process Development: text and cases. New York: The Free Press, v. 896, 1993.

CNTL. Centro Nacional de Tecnologias Limpas-2006. Disponível em: <<http://www.P+L.com.br/publicacoes/guiadeP+L/guia-da-P+L.pdf>>. Acesso em: 22 de outubro de 2012.

COELHO, A. C. D. Avaliação da aplicação da metodologia de produção mais limpa UNIDO/UNEP no setor de saneamento – estudo de caso: EMBASA S.A. 2004. Dissertação, Mestrado em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais no Processo Produtivo) – Escola Politécnica, Departamento de Engenharia Ambiental, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2004. Disponível em: <http://www.teclim.ufba.br/curso/monografias/inicial.htm>. Acesso em: 2 nov. 2012.

CORBETT, C.; KLEINDORFER, P. R. Introduction to the Special Issue to the Environmental Management and Operation ,Part 2: Integrating Management and Environmental Management Systems). Journal of Production and Operations Management, v. 10, n. 3, p. 225-228, 2001.

CRUL, M.; HOO, S. de; BREZET, H.; VAN BERKEL, R.; KOPPERT, P. Manual and Experience Document. Ministry of Economic Affairs, The Hague, The Netherlands, 1991.

CUNHA, A. M. As Novas Cores da Linha Branca: os efeitos da desnacionalização da indústria brasileira de eletrodomésticos nos anos 90. Campinas, SP: Instituto de Economia, UNICAMP, Tese de Doutorado, 2003.

DANIHELKA, P. Subjective factors of Cleaner Production—parallel to risk perception? Journal of Cleaner Production, v.12, n. 6, p.581-584, 2004.

DODIC, S. N.; VucuroviC, D.G.; Popov. S. D., Dodic, J. M. ; Rankovic, J. A. Cleaner bioprocesses for promoting zero-emission biofuels production in Vojvodina. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v.14, p. 3242–3246, 2010.

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. *Revista Gestão & Produção*, v.16, n.4, p.691-704, 2009.

DUAN, N.; DAN, Z.; WANG, F.; PAN, C.; ZHOU, C.; JIANG, L. Electrolytic Manganese Metal Industry Experience based China's New Model for Cleaner Production Promotion. *Journal of Cleaner Production*, v.19, p. 17-18, 2011.

DUNN, R.; BUSH, G. E. Using process integration technology for CLEANER production. *Journal of Cleaner Production*, v.9, p. 1-23, 2001.

EEA, 2002. The concept of basic principles of cleaner production - Part I. Available from http://service.eea.eu.int/envirowindows/I_1.shtml. Acesso em: 3 jul. 2012

ELETROS. Associação nacional de fabricantes de produto eletroeletrônico e Elétrico. Disponível em: <<http://www.eletros.org.br/site/quem.php>> Acesso: 11/07/2012.

ELLENBEVER, M.; GEISER, K. At the source: the origins of the Massachusetts toxics use reduction program and an overview of this special issue. *Journal of Cleaner Production*, v. 19, p389-396, 2011.

FANG, Y. P., Cote, R. Towards sustainability: Objectives, strategies and barriers for cleaner production in China. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology*, v. 12, n. 4, p. 443–460, 2005.

FERNANDES, J. V. G.; GOLÇALVES, E.; ANDRADE, J. C. S.; KIPERSTOK, A. Introduzindo práticas de produção mais limpa em sistemas de gestão ambiental certificáveis: uma proposta prática. *Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 6, n. 3, n. 4, p. 157-164, 2001.

FONSECA, J.B.; SANTOS, F.C.A. Desenvolvimento de Produtos Ambientalmente Corretos: Estudo de Caso em uma Empresa Alemã Produtora de Eletrodomésticos. Anais. 3rd International Workshop Advances in Cleaner Production, p.1-10, 2011.

FONSECA, S. A.; MARTINS, P. S. Gestão ambiental: uma súplica do planeta, um desafio para políticas públicas, incubadoras e pequenas empresas. Revista Produção, v.20, n.4, p. 538-548, 2010.

FRESNER, J. Cleaner production as a means for effective environmental management. Journal of Cleaner Production, v. 6, p.171–179, 1998.

FRESNER, J.; SCHNITZER, H.; GWEHENBERGER, G.; PLANASCH, M.; BRUNNER, C.; TAFERNER, K.; MAIR, J. Practical experiences with the implementation of the concept of zero emissions in the surface treatment industry in Austria. Journal of Cleaner Production, v.15, n.13-14, p. 1228-1239, 2007.

FURTADO, J. S. Sustentabilidade empresarial: guia de práticas econômicas, ambientais e sociais. Salvador: NEAMA/ CRA, p. 177, 2005.

GEISER, K. What next in cleaner production technologies? Cleaner Production - Seventh International High-level Seminar. Industry and Environment, v. 25, p. 3-4, 2002.

GHAZINOORY, S. Cleaner production in Iran: necessities and priorities. Journal of Cleaner Production, v.13, p.755-762, 2005.

GIANNETTI, B.F.; BONILLA, S.H.; SILVA, I.R.; ALMEIDA, C.M.V.B. Cleaner production practices in a medium size gold-plated jewelry company in Brazil: when little changes make the difference. Journal of Cleaner Production, v.16, p.1106-1117, 2008.

GLAVIC, P.; LUKMAN, R. Review of sustainability terms and their definitions. Journal of Cleaner Production, v.15, p.1875-1885, 2007.

GRAEDEL, T., SAXTON, E. Improving the Overall Environmental Performance of Existing Telecommunications Facilities. International Journal of Life Cycle Assessment, v.7, n.4, p. 219-224 2002.

GUMBO, B.; MLILO, S.; BROOME, J.; LUMBROSO, D. Industrial water demand management and cleaner production potential: a case of three industries in Bulawayo, Zimbabwe. *Physics and Chemistry of the Earth*, v.28, p. 797-804, 2003.

GUNNINGHAM, N; SINCLAIR, D. Barriers and motivator to the adoption of cleaner production. The Australian National University, 1997.

GUOA, H. C.; CHEN, B.; YU, X. L. Assessment of cleaner production options for alcohol industry of China: A study in the Shouguang alcohol factory. *Journal of Cleaner Production*, v. 14, n. 1, p. 94–103, 2006.

HAMMED, M.M; MAHGARY, Y.E. Outline of a national strategy for cleaner production: The case of Egypt. *Journal of Cleaner Production*, v. 12, 327–336, 2004.

HASANBEIGIA, A.; HASANABADIB, A. ABDORRAZAGHIC, M. Comparison analysis of energy intensity for five major sub-sectors of the Textile Industry in Iran. *Journal of Cleaner Production*, v.23, p. 186-194, 2012.

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.

HOLMES D, GIRARDI G. Survey of productivity and environmental strategies and practises in Australian manufacturing companies. Melbourne (Vic), Australia: Australian Industry Group, 1999.

HOWGRAVE-GRAHAM, A; VAN BERKEL, R. Assessment of cleaner production uptake: method development and trial with small businesses in Western Australia. *Journal of Cleaner Production*, v.15, p. 787-797, 2007.

HUHTALA, A.; BOUMA, J.J.; BENNETT, M.; SAVAGE, D. Human resource development initiatives to promote sustainable investment. *Journal of Cleaner Production*, v.11. p. 677–681, 2003.

ISO 14040. Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework. Geneva: ISO copyright office, p. 35, 2006a.

ISO 14044. Environmental management – Life cycle assessment – Requirements and guidelines. Geneva: ISO copyright office, p. 47, 2006b.

JEYARETNAM T, TUNNEY J, HUGHES T. Public environmental reporting: where does Australia stand? Melbourne, Australia: SMEC; 1999.

JORGENSEN, T. H.; REMMEN, A.; MELLADO, M. D. Integrated management systems – tree different levels of integration. *Journal of Cleaner Production*, v. 14, n.8, p. 713-722, 2006.

KAZMIERCZYK, P. Manual on the Development of Cleaner Production Policies Approaches and instruments. UNIDO CP Programme, Vienna, October 2002. Disponível em: <http://www.unido.or> . Acesso em: 09 agosto 2011.

KJAERHEIM, G. Cleaner Production and sustainability. *Journal of Cleaner Production*, v. 13, p.329–339, 2005.

KPMG – International network of member firms off audit, tax and advisory service. Disponível em: <http://www.kpmg.com/global/en/issuesandinsights/articlespublications/Pages/default.aspx?k=Sector%3A%22Energy%20%26%20Natural%20Resources%22&s=KPMGAP%2DEN&u=http%3A%2F%2Fwww%2Ekg.com%2Ecom%2Fglobal%2Fen%2FIssuesAndInsights%2FArticlesPublications&redirect=false&start1=31/>. Acesso em: 21 ago. 2012

LI, B. H.; CHAI, L.H. Thermodynamic analyses on technical framework of clean production. *Journal of Cleaner Production*, v.15, p. 357-365, 2007.

LI, G.; KONG, J.; JIANG, G.; ZHANG, H.; ZHAO, G.; XIE, L. Optimization of Production Procedure in Iron and Steel Enterprise for Green Manufacturing. *Engineering Materials*, v. 460, p. 631-636, 2011.

LINDSEY, T. Sustainable principles: common values for achieving sustainability. *Journal of Cleaner Production*, v.19, p. 561-565, 2011.

LUKEN, R. A.; NAVRATIL, J. A programmatic review of UNIDO/UNEP national cleaner production centers. *Journal of Cleaner Production*, v. 12, p. 195-205, 2007.

MARTINEZ, M. E. ; RACHID, A. A Construção da Qualificação: Um estudo de caso em uma empresa da indústria de linha branca. *Produto & Produção*, v.8, n.2, p.87-98, 2005.

MASCARENHAS, H. R. O setor de eletrodomésticos da linha branca: um diagnóstico e a relação varejo-indústria. Dissertação (MPFE) – FGV: Escola de Economia de São Paulo. São Paulo, 238f, 2005.

MATUSITA, A. P. Mudança estrutural no setor de linha branca nos anos 90: características e condicionantes. Dissertação de Mestrado. DPCT-IG/Unicamp. Campinas, 1997.

MILLER, G. BURKE, J.; McCOMAS, C.; DICK, K. Advancing pollution prevention and cleaner production : USA's Contribution. *Journal of Cleaner Production*, v.16, p.665-672, 2008.

MOORS, E. H. L.; MULDER, K. F.; VERGRAGT, P. J. Towards cleaner production: barriers and strategies in the base metals producing industry. *Journal of Cleaner Production*, v. 13, p. 657-668, 2005.

MORALES M.A.; HERRERO, V. M.; MARTINEZ, S. A.; RODRIGUEZ, M. G.; VALDIVIESO, E. Cleaner production and methodological proposal of eco-efficiency measurement in a Mexican petrochemical complex. *Water Science Technology*, v. 53, n. 11, p. 11-6, 2006.

NOSRAT, A. H.; JESWIET, J.; PEARCE, J. M. Cleaner Production via Industrial Symbiosis in Glass and Large-Scale Solar Photovoltaic Manufacturing. *Natural Sciences and Engineering Research*, v.1, p. 967-979, 2009.

O'BRIEN, C. Sustainable Production – a new paradigm for a new millennium. *International Journal of Production Economics*. v.60, p. 1-7, 1999.

OTTO, R.; RUMINY, A.; MROTZEK, H. Assessment of the Environmental Impact of Household Appliances. *Appliance Engineer*, 2006. Disponível em: <http://www.appliancemagazine.com/ae/editorial.php?article=1393>.

OVERCASH, M. *Cleaner Production: Basic Principles and Development*. *Clean Technology*, v.2, n.1, p.1-6, 1996.

PAULA, C.S.; GONÇALVES, M.A.; COSCARELLI, B.V. O perfil de publicações sobre sustentabilidade nos eventos da Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Administração. *Anais XV SIMPEP - Simpósio de Engenharia de Produção*, 2008.

PENEDA, M.; FRAZÃO, R. Cleaner production in Portugal: a general approach. *Journal of Cleaner Production*, v.3, n.1-2, p.25-28, 1995.

PERTICARRARI, D. *Reestruturação produtiva e emprego na indústria de linha branca no Brasil*. Campinas. SP: Departamento de Política Científica e Tecnológica, Instituto de Geociências, UNICAMP (Dissertação de Mestrado), 2003.

PETERSON, J.; GRANADOS, A. Towards sets of Hazardous Waste Indicators: Essential Tools for Modern Industrial Management. *Environmental Management Strategies*, v.9, n.3, p.204-214, 2002.

PIGOSSO, D. C.; SOUZA, S. R. Life Cycle Assessment (LCA): Discussion on Full-Scale and Simplified Assessments to Support the Product Development Process. *3rd International Workshop Advances in Cleaner Production*. São Paulo, 2011.

PIMENTA, H. C. D.; GOUVINHAS, R.P. Implementação da Produção Mais Limpa na Indústria de Panificação de Natal-RN. *Anais XXVII Enegep, Foz do Iguaçu/PR*, 2007.

PINA, A. M. B.; STANCKI, N.; GITAHY, L. Mudanças organizacionais e trabalho: percepções dos trabalhadores e gerentes de uma empresa de eletrodomésticos de linha branca. In: *XXVII ENCONTRO ANUAL DA ANPOCS*. Caxambu, MG, 2003

PINA, A. M. Inovações e trabalho: percepções de trabalhadores e gerentes em uma empresa de linha branca. Campinas, SP: Departamento de Política Científica e Tecnológica, Instituto de Geociências, UNICAMP ,Dissertação de Mestrado), 2004.

PNUMA. A produção mais limpa e o consumo sustentável na América Latina e no Caribe. Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, escritório regional para América Latina e Caribe. ISBN: 92-807-2499-1, DTI/0584/PA, 2004.

PORTO, A.G.; WOLQUIND, C.S.; SILVA, F.S.; SILVA, F.T.C; SILVA, R.B. Aplicação da produção mais limpa no processo de clarificação do caldo de cana para produção de açúcar. Gestão da Produção, Operações e Sistemas, v.1, p.59-71, 2009.

PUSAVEC, F.; KRAMAR, D.; KRAJNIK,P.; KOPAC, J. Transitioning to sustainable production - part II: evaluation of sustainable machining technologies. Journal of Cleaner Production, v.18, p. 1211-1221, 2010.

RUI QUINTANILLA, S.; BUNJE, J.; GALANT, F.A; ROSENTAHAL, C. E. Employee participation in pollution reduction: a socio-technical perspective. Business Strategy and the Environment, v. 5, n.3, p.137–144, 1996.

RAIS – Relação Anual de Informações Sociais. Dados Anuais, 2009.

REDDY, B.S.; BALACHANDRA, P. Integrated energy-environment-policy analysis — a case study of India. Utilities Policy, v.11, p. 59-73, 2003.

REDE BRASILEIRA DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA. Guia da produção mais limpa. Disponível em: <http://www.P+L.com.br/guia-eletronico-P+L/abert.html>. Acesso em: 21 ago. 2011.

RENSI, F. ; SCHENINI, P. C. Gestão da Produção mais Limpa. III SEGeT – Simpósio de Excelência e Gestão e Tecnologia, Resende, 2006.

ROSSI, M.T.B.; BARATA, M.M.L. Barreiras à Implementação de Produção mais Limpa como Prática de Eco eficiência em Pequenas e Médias Empresas no Estado do Rio de Janeiro. 2nd International Workshop Advances in Cleaner Production, São Paulo, 2009.

RUBIO, M. C.; MARTINEZ, G.; BAENA, L.; MORENO, F.; Warm mix asphalt: an overview. *Journal of Cleaner Production*, v. 24, p.76-84, 2012.

SAVITHA, A. S.; SADHASIVAMA, S.; SWAMINATHAN, B. K. ; LIN, F. H. A prototype of proposed treatment plant for sago factory effluent. *Journal of Cleaner Production*, v. 17, p. 1363–1372 2009.

SEURING, S.; MÜLLER, M. From a literature review to a conceptual framework for sustainable supply chain management. *Journal of Cleaner Production*, v.16, p.1699-1710, 2008.

SEVERO, E.A.; OLEA, P.M.; MILAN, G.S.; DORIN, E. Produção Mais Limpa: O Caso do Arranjo Produtivo Local Metal-Mecânico Automotivo da Serra Gaúcha. 2nd International Workshop Advances in Cleaner Production, São Paulo, 2009.

SHI, H.; PENG, S. Z.; LIU, Y., ZHONG, P. Barriers to the implementation of cleaner production in Chinese SMEs: government, industry and expert stakeholders' perspectives. *Journal of Cleaner Production*, v.16, p. 842-852, 2008.

SHIN, D.; CURTIS, M.; HUISINGH, D.; ZWETSLOOT, G. I. Development of a sustainability policy model for promoting cleaner production: a knowledge integration approach. *Journal of Cleaner Production*, v. 16. p.1823–1837, 2008.

SHU, J.; GARCIA, T. B; MONFORT, E. B.; AMOROS, B. J.L.; ZHOU C.; WANG, Y.X. a cleaner production of porcelain tile powders. *Ceramics International*. v. 38, p. 1479–1487, 2012.

SHU, J.; ZHOU J.; WANG, Y.X. A novel approach of preparing press-powders for cleaner production of ceramic tiles. *Journal of Cleaner Production*, v. 18, p. 1045–1051, 2010.

SILVA, I.A.B.; KUYA, M.A.; ALVES, P.; SALGADO, T.P. Interferência de uma comunidade de plantas daninhas com predominância de *Ipomoea hederifolia* na Cana-Soca. *Planta Daninha*, v. 27, n. 2, p. 265-272, 2009.

SOUZA, S.C.I.; MANOEL, A. Lavorare in Brasile. Reazioni alla crisi. Revista Atlantide, Dal posto al percorso, v.22, 2011.

STONE, L.J. Limitations of cleaner production programmes as organizational change agents. II. Leadership, support, communication, involvement and programme design. Journal of Cleaner Production, v.14, p.15-30, 2006.

TAYLOR, B. Encouraging industry to assess and implement cleaner production measures Enviro-Stewards Inc., 1 Union Street, Elmira, Ontario N3B 3J9, Canada. Journal of Cleaner Production, v. 14, p.601-609, 2006.

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

UNEP. Introduction to Cleaner Production concepts and practice: case studies, 2003. Disponível na internet via: http://www.unep.fr/shared/publications/cdrom/WEBx0042xPA/Documents/TrainingCourses/CoursesClusteredByTopic/CleanerProduction/CleanerProduction_CaseStudies.pdf . Arquivo capturado em 5 de agosto de 2012.

UNEP. Cleaner Production: Implementation Guidelines for Governments. UNEP's International Declaration on Cleaner Production. France, 2001.

UNEP. Cleaner Production: Sixth International High-level Seminar. UNEP Industry and Environment January. Montreal, 2000.

UNEP. Government Strategies and Policies for Cleaner Production, UNEP Industry & Environment, Paris, 1994.

UNIDO. Cleaner and Sustainable Production Unit. Disponível em: <<http://www.unido.org/index.php>>. Acesso em: 21 ago. 2011.

VAN BERKEL, R. Cleaner production and eco-efficiency initiatives in Western Australia 1996 e 2004. Journal of Cleaner Production v. 15, p. 741-755, 2007.

VAN BERKEL, R. Cleaner Production for process industry: Overview of the cleaner production concepts and relation with other environmental management strategies. Plenary Lecture, Chemeca. Perth WA, p9-12 July 2000.

VAN BERKEL, R. cleaner production in practice: methodology development for environmental improvement of industrial production and evaluation of practical experiences. University of Amsterdam, the Netherlands, 1996.

VAN BERKEL, R. Cleaner Production: A profitable road for sustainable development of Australian industry. *Clean Air*, v. 33, No4, p. 33–38, 1999.

VAN BERKEL, R. Comparative evaluation of cleaner production working methods. *Journal of Cleaner Production*, v.2, n.3-4, p.139-152, 1994.

VICKERS, I. Cleaner production: Organizational learning or business as usual? An example from the domestic appliance industry. *Business Strategy and the Environmental*. v9, p.255-268, 2000.

VISVANATHAN, C., & KUMAR, S. Issues for Better Implementation of Cleaner Production in Asian Small and Medium Industries. *Journal of Cleaner Production*, v.7, p.127-134, 1999.

VLAVIANOS-ARVANITIS, A. Cleaner production: profit for future generations. *Journal of Cleaner Production*, v.18, p.174-184, 1998.

VOSS, C.; TSIKRIKTSIS, N.; FROHLICH, M. Case Research in Operations Mangement. *Journal of Operations and Production Management*, v.22, n.2, p.195-219, 2002.

WANG, J. Chinas national cleaner production strategy. *Environmental Impact Assessment Review*, v. 19, p. 437–456, 1999.

WELFORD, R. J. Linking quality and the environment: a strategy for the implementation of environmental management systems. *Business Strategy and the Environment*, v.1, p.25–34, 1992.

WELFORD, R. Linking quality and the environment: A strategy for the implementation of environmental management systems. *Business Strategy and the Environment*. v. 1, p. 25-34, 1992.

WOLNIK, Z.; FISCHER, P. Advancing pollution prevention and cleaner production - Canada's contribution. *Journal of Cleaner Production*, v.14, p.539-541, 2006.

XU, H.; ZHANG, Y; LI, Z.; ZHENG, X.; WANG, Z.; QI, T.; LI, H. Development of a new cleaner production process for producing chromic oxide from chromite ore. *Journal of Cleaner Production*, v. 14, p. 211-219, 2006.

YIN, R. K. *Estudo de caso: planejamento e método*. 3ª Ed. Bookman, 2005.

YINGJIN, L.; JIAO, L.; HUIFANG, J. Study on the Environmental Cost-sharing: Method for Reverse Logistics in Household Appliances. *Energy Procedia*, v. 5, p. 186-190, 2011.

YONG, G.; WANG, X.; ZHU, Q.; ZHAO, H. Regional initiatives on promoting cleaner production in China: A case of Liaoning. *Journal of Cleaner Production*, v. 18, n. 15, p. 1502–1508, 2010.

YÜKSEL, H. An empirical evaluation of cleaner production practices in Turkey. *Journal of Cleaner Production*, v.16, p. 50-S57, 2008.

ZHANG, J.; TANG, L.; ZHANG, H.; YANG, Y.; MAO, Z. A novel and cleaner technological process of extracting L-glutamic acid from fermentation broth by two-stage crystallization. *Journal of Cleaner Production*, v. 20, p. 137-144, 2012.

ZHI-DONG, L. ; SHU-SHEN, Z.; YUN, Z. ; YONG, Z. ; LI, W. Evaluation of cleaner production audit in pharmaceutical production industry: case study of the pharmaceutical plant in Dalian, P. R. China. *Clean Tech Environmental Policy*, v.13, p. 195–206, 2011.

ZHOU, J.; GOU, X.; SHI, Z.; Overview of Cleaner Production Audit. *Engineering Materials*, v. 439, p. 1533-1536, 2010.

APÊNDICE A – Questionário Nível de Absorção da P+L

1 – Indique a Quantidade de pessoas/profissionais e que a Empresa dispõe para Gestão Ambiental

- CEO/Gerente;
- Engenheiro/Técnico Ambiental;
- Gestor Ambiental;
- Gestor de EHS.

2 – A Empresa leva em consideração o Meio Ambiente e o Uso de Recursos, tais como Energia, consumo de matéria-prima nas avaliações de novos projetos e/ou na gestão do dia-a-dia? Assinale com X para cada item levado em consideração.

- Inclusão de Questões/problemas ambientais em novos projetos
- Inclusão de Questões/problemas ambientais na gestão do dia-a-dia
- Inclusão de Questões/problemas de Consumo de Energia em novos projetos
- Inclusão de Questões/problemas de Consumo de Energia na Gestão do dia-a-dia
- Inclusão de Questões/problemas de consumo de Matéria Prima em novos projetos
- Inclusão de Questões/problemas de consumo de Matéria Prima na gestão do dia-a-dia

3 – A Empresa possui um plano de Gestão Ambiental, com ações recomendadas e prazos para cumprimento? Forneça 2 Ações com responsabilidade e prazo para cumprimento.

4 – Quais Profissionais estão envolvidos no desenvolvimento do plano de Gerenciamento Ambiental?

- CEO/Gerente;
- Engenheiro/Técnico Ambiental;
- Gestor Ambiental;
- Gestor de EHS.

5 – O Plano contém uma relação de custo(Investimento/Benefício) adicionado à ação? Forneça exemplos.

6 – A empresa mantém registros separados para despesas de consumos:

- () Gás;
- () Combustíveis;
- () Energia;
- () Água;
- () Resíduos.

7 – Para os itens marcados na questão anterior, pode fornecer uma idéia desses custos?

8 – Cite 5 Projetos implementados pela empresa que promoveram eficiência operacional(qualidade/lean/ambiental).

9 – Cite Projetos implementados pela Empresa que tenham promovido redução:

Uso de Água:

Consumo de Energia:

Resíduos Líquidos:

Resíduos Sólidos:

Emissões Atmosféricas:

10 – Forneça 3 características a respeito das práticas(ações) de Produção mais Limpa.

11 – Forneça 4 declarações sobre os benefícios da Produção mais Limpa

12 – Quais barreiras a empresa enfrenta na implementação de um projeto de Produção Mais Limpa ?

APÊNDICE B – Questionário de Identificação e Classificação de possíveis práticas de Produção Mais Limpa.

1 – Quais projetos de melhorias ou de novos processos, implantados pela empresa nos últimos 3 anos, podem ser classificados como projetos e/ou práticas de Produção mais Limpa?

2 – Tais projetos tiveram investimentos financeiros envolvidos?

3 – Tais projetos tiveram resultados ambientais envolvidos, ou seja, redução do uso de recursos (água, energia, matéria-prima), evitou ou reduziu a geração de resíduos Líquidos, Sólidos ou de Emissões Atmosféricas ou reciclaram resíduos e emissões?

4 – Tais projetos tiveram resultados financeiros envolvidos?

5 – Que Unidade de Medidas() Foram Utilizadas para controle de resultado de redução do uso de recursos (água, energia, matéria-prima), evitaram ou reduziram a geração de resíduos Líquidos, Sólidos ou de Emissões Atmosféricas ou reciclaram resíduos e emissões?

6 – O projeto apresentou modificação de produto, de matéria prima, de tecnologia de processo?

7 – O projeto apresentou mudança de práticas operacionais?

8 – O projeto promoveu o reuso de resíduos ou de emissões?

9 – O projeto promoveu a reciclagem de resíduos ou de emissões?

10 – Quais profissionais podem ser consultados para maiores informações sobre tais projetos?

APÊNDICE C – Protocolo de Identificação e Classificação das Práticas de P+L

Área de Contexto	Perguntas, Conforme CNTL (2006), UNEP (1994) e Peterson e Granados (2002)	Procedimento de Campo/Fontes de Informação	Unidade de Medida
Identificação de Práticas de P+L	O projeto, ou prática apontada, evitou ou reduziu a Geração de Resíduos e Emissões.	Entrevistas; Documentação (business case de Projeto); Observação Direta (Visita à campo).	Processo Dominante
Identificação de Práticas de P+L	O projeto evitou ou Reintegra Resíduos e Emissões.	Entrevistas; Documentação (business case de Projeto); Observação Direta (Visita à campo).	Processo Dominante
Identificação de Práticas de P+L	O Projeto reciclou Resíduos e Emissões.	Entrevistas; Documentação (business case de Projeto); Observação Direta (Visita à campo).	Processo Dominante
Classificação de Práticas de P+L	O Projeto apresentou modificação de produto.	Entrevistas; Documentação (business case de Projeto); Observação Direta (Visita à campo).	Processo Dominante
Classificação de Práticas de P+L	O Projeto apresentou modificação de matéria prima.	Entrevistas; Documentação (business case de Projeto); Observação Direta (Visita à campo).	Processo Dominante
Classificação de Práticas de P+L	O Projeto apresentou modificação de Tecnologia de processo.	Entrevistas; Documentação (business case de Projeto); Observação Direta (Visita à campo).	Processo Dominante
Classificação de Práticas de P+L	O Projeto promoveu mudança de práticas operacionais.	Entrevistas; Documentação (business case de Projeto); Observação Direta (Visita à campo).	Processo Dominante
Classificação de Práticas de P+L	O Projeto promoveu o reuso ou a reciclagem de resíduos e emissões.	Entrevistas; Documentação (business case de Projeto);	Processo Dominante
Verificação de Resultados Obtidos	Que Unidade de Medida foi utilizada para controle de resultado de redução do Uso de Recursos, de Geração de Resíduos e Emissões e de Reciclagem de Resíduos e Emissões.	Entrevistas; Documentação (business case de Projeto); Observação Direta (Visita à campo).	Processo Dominante

ANEXO A - Avaliação Impactos Ambientais (AIA) Processo de Pintura a base de tinta a Pó

PLANILHA DE IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS						Página: 1 de 1
Unidade:						
Unidade Organizacional:						
PROCESSO: PINTURA PÓ						
Descrição da Atividade	Aspecto	Impacto	Condição da Operação	Classe	Significância	
Pré-tratamento e pintura de peças, com utilização de empilhadeiras paratransporte de peças e materiais.	consumo de gás natural/gpl	indisponibilidade para outros usuários	Normal	TRIVIAL	NAO SIGNIFICATIVO	
Pré-tratamento e pintura de peças, com consumo humano de água embebedouros, pias e sanitários.	consumo de água potável	esgotamento de recursos naturais	Normal	TRIVIAL	NAO SIGNIFICATIVO	
Pré-tratamento e pintura de peças, com uso de energia elétrica em máquinas e iluminação;	consumo de energia elétrica	esgotamento de recursos naturais	Normal	TRIVIAL	NAO SIGNIFICATIVO	
Pré-tratamento e pintura de peças, com emissão de ruído das máquinas.	emissão de ruído ambiental	desprezível	Normal	TRIVIAL	NAO SIGNIFICATIVO	
Pré-tratamento e pintura de peças, com geração de resíduos perigosos: borra de nanocerâmico, lâmpadas queimadas, óleo contaminado e embalagens de produtos químicos.	geração de resíduos - diversos	alteração da qualidade da água e do solo	Normal	TOLERÁVEL	NAO SIGNIFICATIVO	
Pré-tratamento e pintura de peças, com geração de resíduos não perigosos: luvas, panos, areia do deionizador e resina, pó, lixo comum, plásticos.	geração de resíduos - diversos	alteração da qualidade da água e do solo	Normal	TRIVIAL	NAO SIGNIFICATIVO	
Pré-tratamento e pintura de peças, com risco de vazamento de produtos químicos.	vazamento de produtos químicos	alteração da qualidade da água/ar/solo	Emergencial	TOLERÁVEL	NAO SIGNIFICATIVO	
Pré-tratamento e pintura de peças, com emissão de vapores ácidos e básicos.	emissão de vapores, gases e fumos	alteração da qualidade do ar	Normal	TOLERÁVEL	NAO SIGNIFICATIVO	
Pré-tratamento e pintura de peças, com uso de produtos químicos.	uso e manuseio de produtos químicos	alteração da qualidade da água e do solo	Normal	TOLERÁVEL	NAO SIGNIFICATIVO	
Pré-tratamento e pintura de peças, com armazenagem de produtos químicos.	uso e manuseio de produtos químicos	alteração da qualidade da água e do solo	Normal	TRIVIAL	NAO SIGNIFICATIVO	
Pré-tratamento e pintura de peças, com geração de efluente físico-químico.	geração de efluentes industriais	alteração da qualidade da água e do solo	Normal	TOLERÁVEL	NAO SIGNIFICATIVO	
Pré-tratamento e pintura de peças, com risco de incêndio e explosão.	incêndio/explosão	alteração da qualidade da água/ar/solo	Emergencial	TOLERÁVEL	NAO SIGNIFICATIVO	
Pré-tratamento e pintura de peças, com risco de geração de resíduo de incêndio e explosão.	resíduos de incêndio	alteração da qualidade da água e do solo	Emergencial	TRIVIAL	NAO SIGNIFICATIVO	
Score Padrão >>>>	67	>>>> Definido pela metodologia de análise de aspectos e impactos ambientais >>>> Obtido pelo levantamento de aspectos e impactos na área. >>>> Razão/Divisão entre Score Atual e Score Padrão. Quanto mais baixo o Fator				
Score Atual >>>>	67					
Fator de Risco Ambiental Atual >>>>	1.00					

ANEXO B - Avaliação Impactos Ambientais (AIA) Processo de Pintura a base de tinta Líquida

PLANILHA DE IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS					Página: 1 de 1	
Unidade:						
Unidade Organizacional:			PROCESSO: PINTURA LÍQUIDA			
Descrição da Atividade	Aspecto	Impacto	Condição da Operação	Classe	Significância	
Pré-tratamento e pintura de peças, com geração de resíduos perigosos: borra de nanocerâmico, lâmpadas, plástico sujo com graxa e tinta, papel e papelão contaminado com óleo das máquinas, embalagens de produtos químicos.	geração de resíduos - diversos	alteração da qualidade da água e do solo	Normal	TOLERÁVEL	NAO SIGNIFICATIVO	
Pré-tratamento e pintura de peças, com geração de borra de tinta.	geração de borra de tinta	alteração da qualidade da água e do solo	Normal	TOLERÁVEL	NAO SIGNIFICATIVO	
Pré-tratamento e pintura de peças, com geração de resíduos não perigosos: luvas de proteção, pano de limpeza, estopa, pó de lixamento, fita crepe, lixas.	geração de resíduos - diversos	alteração da qualidade da água e do solo	Normal	TOLERÁVEL	NAO SIGNIFICATIVO	
Pré-tratamento e pintura de peças, com emissão de vapores de solvente e particulados.	emissão de vapores, gases e fumos	alteração da qualidade do ar	Normal	TOLERÁVEL	NAO SIGNIFICATIVO	
Pré-tratamento e pintura de peças, com geração de efluente físico-químico.	geração de efluentes industriais	alteração da qualidade da água	Normal	MODERADO	SIGNIFICATIVO	
Pré-tratamento e pintura de peças, com geração de ruído de máquinas e empilhadeiras.	emissão de ruído ambiental	desprezível	Normal	TOLERÁVEL	NAO SIGNIFICATIVO	
Pré-tratamento e pintura de peças, com uso de produtos químicos como tintas e solventes.	uso e manuseio de produtos químicos	alteração da qualidade da água e do solo	Normal	TOLERÁVEL	NAO SIGNIFICATIVO	
Pré-tratamento e pintura de peças, com risco de vazamento de produtos químicos como: tintas, produtos de limpeza,	vazamento de produtos químicos	alteração da qualidade da água e do solo	Emergencial	TRIVIAL	NAO SIGNIFICATIVO	
Pré-tratamento e pintura de peças, com risco de incêndio e explosão.	incêndio/explosão	alteração da qualidade da água/ar/solo	Emergencial	TOLERÁVEL	NAO SIGNIFICATIVO	
Pré-tratamento e pintura de peças, com risco de vazamento de produtos químicos como: tintas, produtos de limpeza, nanocerâmico, solvente e óleo.	vazamento de produtos químicos	alteração da qualidade da água e do solo	Emergencial	TOLERÁVEL	SIGNIFICATIVO	
Pré-tratamento e pintura de peças, com risco de geração de resíduos de incêndio e explosão.	resíduos de incêndio	alteração da qualidade da água e do solo	Normal	TOLERÁVEL	NAO SIGNIFICATIVO	
Pré-tratamento de peças, com consumo humano de e no processo nanocerâmico de água potável.	consumo de água potável	indisponibilidade para outros usuários	Normal	TRIVIAL	NAO SIGNIFICATIVO	
Pré-tratamento de peças, com consumo de água de rio no processo nanocerâmico.	consumo de água de rio	alteração da qualidade da água e do solo	Normal	TOLERÁVEL	NAO SIGNIFICATIVO	
Pré-tratamento e pintura de peças, utilização de estufas, iluminação e caldeiras.	consumo de energia elétrica	alteração da qualidade do ar	Normal	TRIVIAL	NAO SIGNIFICATIVO	
Pré-tratamento e pintura de peças, com armazenagem de solventes.	uso e manuseio de produtos químicos	alteração da qualidade da água e do solo	Normal	TOLERÁVEL	NAO SIGNIFICATIVO	
Pré-tratamento e pintura de peças, com risco de vazamento de óleo da bomba das caldeiras.	vazamento de óleo	alteração da qualidade da água e do solo	Anormal	TOLERÁVEL	NAO SIGNIFICATIVO	
Score Padrão >>>>	133	>>>> Definido pela metodologia de análise de aspectos e impactos ambientais				
Score Atual >>>>	223	>>>> Obtido pelo levantamento de aspectos e impactos na área.				
Fator de Risco Ambiental Atual >>>>	1.68	>>>> Razão/Divisão entre Score Atual e Score Padrão. Quanto mais baixo o Fator de Risco Ambiental				