

JOSÉ CARVALHO FILHO

**DIRETRIZES PARA IMPLANTAÇÃO DE PRINCÍPIOS E GESTÃO DA
PRODUÇÃO MAIS LIMPA EM MICRO, PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS
DE CALÇADOS PLÁSTICOS**

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia do
Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual
Paulista, para a obtenção do título de Doutor em
Engenharia Mecânica na área de Gestão e
Otimização.

Orientador: Prof. Dr. Otávio José Oliveira.

Guaratinguetá
2017

C33
1d
Carvalho Filho, José
Diretrizes para implantação de princípios e gestão da produção mais
limpa em micro, pequenas e médias empresas de calçados plásticos / José
Carvalho Filho – Guaratinguetá, 2017
204 f. : il.

Bibliografia: f. 190

Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de
Engenharia de Guaratinguetá, 2017.

Orientador: Prof. Dr. Otávio José de Oliveira

1. Desenvolvimento sustentável. 2. Calçados. 3. Plásticos. I. Título

CDU 504(043)

JOSÉ CARVALHO FILHO

ESTA TESE FOI JULGADA ADEQUADA PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE
"DOUTOR EM ENGENHARIA MECÂNICA"

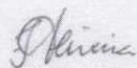
PROGRAMA: ENGENHARIA MECÂNICA
ÁREA: GESTÃO E OTIMIZAÇÃO

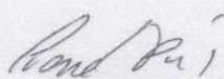
APROVADA EM SUA FORMA FINAL PELO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO


Profa. Dra. Ana Paula Rosini Alves Claro
Coordenadora

BANCA EXAMINADORA:


Prof. Dr. OTÁVIO JOSÉ DE OLIVEIRA
Orientador/UNESP-FEG


Prof. Dr. FRANCISCO ALEXANDRE
DE OLIVEIRA
UNESP-FEG


Prof. Dr. IVONTE ÁVILA
UNESP-FEG


Prof. Dr. JOSÉ AUGUSTO DE OLIVEIRA
UNESP-SJBV


Prof. Dr. BIAGIO FERNANDO GIANNETTI
UNIP

Setembro de 2017

DADOS CURRICULARES

JOSÉ CARVALHO FILHO

NASCIMENTO **19.03.1961 – Tauá / CE**

FILIAÇÃO José Araújo Carvalho
Audália Marques Carvalho

1981 / 1991 Curso de Graduação em Administração de Empresas (UECE).

1996 / 1998 Curso de Pós-Graduação em Administração de Empresas com Especialização em Qualidade, na Universidade Regional do Cariri (URCA).

1998 / 2001 Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, nível de Mestrado, na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

2013 / 2017 Curso de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, nível de Doutorado, área de Gestão e Otimização, na Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP/FEG).

Dedico este trabalho, à minha esposa Glória, a meus filhos Bruna, Maitê e Jônatas, a meus genros Wendel e Paulo Eduardo, a minha nora Andreza, aos netos Ester, Ezequiel e João Eduardo, aos meus pais, (*in memoriam*) e irmãos e também a todos quantos me apoiaram nesses anos.

AGRADECIMENTOS

Tenho muitos motivos pelos quais agradecer a Deus, este trabalho é mais um deles. Creio em um Deus criador e soberano sobre todas as coisas. Logo, Ele é soberano sobre minha vida e por isso sou grato por Ele e por todas as coisas que se relacionam com qualquer área da minha vida.

Ao considerar meu histórico de vida percebo como foi grande o desafio de mais essa etapa vencida, apenas porque Deus me deu os elementos que eram necessários para superá-la. Orientação, saúde, força emocional, compreensão e apoio familiar e amigos para me motivar.

Agradeço à minha esposa *Glória* pela compreensão, apoio e motivação para que eu pudesse vencer esse desafio. Ela é verdadeiramente a auxiliadora idônea providenciada e presenteada por Deus a mim. Graças a ela foi possível me ausentar do lar e das funções pastorais na Igreja. Obrigado pela disposição, determinação e garra que ela possui para cumprir o papel que Deus designou a ela, quer no lar, na Igreja e/ou na vida profissional dela. Louvado seja Deus pela vida dela em minha vida.

Agradeço pela providencia divina em me colocar com uma orientação correta, prática e direta, por meio do meu orientador, Prof. Dr. Otávio José de Oliveira, que não apenas me orientou como também me motivou, incentivou, me puxou nos momentos emocionalmente difíceis e me transferiu muito conhecimento, além de ter sido muito compreensível com minhas limitações, as quais não teria superado sozinho. A ele minha admiração, estima, amizade e agradecimento.

Agradeço a todos os demais professores do programa DINTER, que em cada disciplina se empenharam em passar a maior quantidade de conhecimento com a melhor qualidade possível e dentre eles agradeço a amizade de Dr. Aneirson Francisco da Silva e Dr. Roberto Dale Luche.

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, Processo nº 9183/2012, pelo apoio financeiro recebido por meio da bolsa de estudos referente ao período de estágio e das passagens aéreas, que foi importantíssimo para realização desse projeto.

Agradeço à URCA e a UNESP/FEG pela elaboração do DINTER e empenho em realizá-lo para a capacitação dos professores do Departamento de Engenharia de Produção.

Agradeço ao IFCe – Crato, na pessoa de seu diretor, professor Éder Cardoso por acreditar em mim e contribuir com meu crescimento profissional.

Agradeço aos meus colegas do curso que compartilharam conhecimento, aprendizado e ensinamentos, e outros apoios como os que recebemos da família Flávio e Jeanne.

Agradeço os meus amigos *Frederico (Fred) e Rodolfo Santos*, com quem compartilhamos a moradia, e principalmente a Fred, fiel companheiro de cada viagem, e das dificuldades, angústias, enfermidades, mas principalmente dos momentos de alegria com os quais encontrávamos força para suportar todas as dificuldades do nosso período em São Paulo.

Agradeço à Igreja Evangélica Congregacional de Juazeiro do Norte que me apoiou com a liberação de minhas funções para que eu pudesse cumprir meu período de estágio em São Paulo.

Agradeço à cada irmão que me substituiu na Igreja ou acumulou responsabilidades para que eu pudesse me dedicar aos estudos.

Que Deus recompense a todos.

Epígrafe

Aquele que julga saber alguma coisa, com certeza
ainda não aprendeu como convém saber.

Apóstolo Paulo – 1 Coríntios 8.2

RESUMO

O meio ambiente tem sido a fonte natural de recursos para oferecer bem-estar às necessidades humanas. As empresas de transformação são as principais consumidoras dos recursos naturais, que em algum momento da cadeia produtiva foram retirados do ambiente. Como resultado das atividades produtivas das empresas, o meio ambiente assimila a perda de recursos não renováveis, a incapacidade de recuperar suas funções e a degradação causada pelos impactos ambientais, motivados por resíduos e emissões. As pressões sociais e governamentais expressam o desejo de proteger o meio ambiente por meio do conceito de sustentabilidade dos sistemas produtivos. Muitas propostas e ferramentas tem surgido no cenário mundial, uma delas feita em conjunto por entidades mundialmente reconhecidas, como o Programa das Nações Unidas para o Meio ambiente (PNUMA), e a Conferência das Nações Unidas para o Meio ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD), foi intitulada Produção Mais Limpa (P+L) e se propõe a evitar a controlar a poluição causada por resíduos e emissões antes que ocorra. Esta tese propõe diretrizes para implantação e gestão de princípios da P+L, como estratégia preventiva contra poluição para as empresas produtoras de calçados plásticos injetados. Essas diretrizes foram propostas a partir da fundamentação teórica obtida de uma pesquisa bibliográfica que contemplou os artigos mais citados em publicações de abrangência internacional. O referencial teórico obtido sobre o assunto deu suporte para a elaboração de um questionário semiestruturado que orientou a coleta de dados em uma pesquisa qualitativa do tipo estudo de casos múltiplos, que mapeou o processo produtivo das empresas desse extrato e permitiu o pesquisador vivenciar a realidade dessas empresas e verificar o confronto entre a teoria e a prática em relação aos 14 princípios da P+L selecionados na literatura sobre o assunto. Após a coleta dos dados em empresas de porte micro, pequenas e médias, sendo duas de cada porte num total de seis empresas estudadas, a transversalidade da análise cruzada permitiu a generalizar a aplicação dos princípios em relação a realidade para dar suporte ao desenvolvimento das diretrizes de implementação que uma vez adotadas pelas empresas propiciará a mesma os benefícios relacionados a Produção Mais Limpa (P+L).

PALAVRAS-CHAVE: Produção Mais Limpa, Sustentabilidade, Calçados, Plásticos, Micros, Pequenas e médias empresas.

ABSTRACT

The environment has been the natural source of resources to provide well-being to human needs. The manufacturing industry are the main consumers of natural resources that remove them from the environment at some point along the production chain. Because of the productive activities of the companies, the environment assimilates the consumption of nonrenewable resources, the inability to recover its environmental functions and the degradation caused by the impacts of the waste and emissions. Social and governmental pressures express the desire to protect the environment towards the concept of sustainability of productions systems. Many proposals and tools have emerged along the world, one of them made jointly by globally recognized entities such as the United Nations Environment Programme (UNEP), and the United Nations Conference on Environment and Development (UNCED), entitled Cleaner Production (CP) and aims to avoid controlling the pollution caused by waste and emissions before it occurs. This thesis proposes guidelines for implementation and management of CP principles, as a preventive strategy against pollution for manufacturing industry of injected plastic shoes. A bibliographical research contemplated the most cited articles in publications of international scope and generated a theoretical reference that based the basis for the formulation of the guidelines for implementation and management of CP principles. The theoretical reference supported a protocol that guided the data collection in a qualitative research of the multiple case study. The case study mapped the productive process of the companies researched and allowed the researcher to experience the reality of these companies and check the confrontation between theory and practices in relation to the 14 principles of CP selected in literature. After collect data in a total of six companies, two of each, micro, small and medium size, the transversally of the cross analysis allowed generalize the application of the principles in relation to reality to support the development of the guidelines which once adopted by the companies will provide the same benefits related to Cleaner Production (CP).

KEYWORDS: *Cleaner Production, Sustainability, Footwear, Plastic, Micro, Small and Medium Enterprise (MSME)*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Produção anual de calçados por país no período de 2013 a 2016.....	25
Figura 2 – Quantidade de documentos por ano	27
Figura 3 – Países que mais pesquisam o tema	28
Figura 4 – Níveis de intervenção da P+L	57
Figura 5 – Hierarquia dos resíduos	59
Figura 6 – Artigos por área de conhecimento	70
Figura 7 – Grupos de aplicação dos princípios	76
Figura 8 – Fases do plano de pesquisa	77
Figura 9 – Fase 1: Definição e planejamento da pesquisa	79
Figura 10 – Fase 2: Coleta e análise dos múltiplos casos	83
Figura 11 – Fase 3: Análise e Proposta de Diretrizes	85
Figura 12 – Estrutura organizacional em semelhança de rede	90
Figura 13 – Fluxo do Processo Produtivo da Empresa A	91
Figura 14 – Exemplos de grades de calçados.....	92
Figura 15 – (a) PVC reciclado; (b) solado injetado; (c) Cabine de pintura; (d) limpeza do canhão de injeção	98
Figura 16 – Local de descarte das estopas contaminadas com solvente (a), ampliação da identificação da área (b)	101
Figura 17 – Fluxo do Processo Produtivo da Empresa B.....	103
Figura 18 – Produtos injetados pela empresa C	106
Figura 19 – Fluxo do Processo Produtivo da Empresa C.....	108
Figura 20 – Níveis hierárquicos da empresa D	110
Figura 21 – Fluxo do processo produtivo da empresa D	115
Figura 22 – Sistema de trituração do PVC	116
Figura 23 – Fluxo do Processo Produtivo da Empresa E.....	126
Figura 24 – CNC Artesanal.....	126
Figura 25 – Resíduos do processo de injeção.....	128
Figura 26 – Resíduos da cabine de pintura	129
Figura 27 – Resíduos a serem incinerados.....	130
Figura 28 – Fluxo do Processo Produtivo da Empresa F	134
Figura 29 – Cilindros e Satélite	136
Figura 30 – Câmera de Vácuo e Metalização.....	136
Figura 31 – Câmera de Luz Ultravioleta.....	137

Figura 32 – Filamentos de alumínio alimentado nas resistências de tungstênio	137
Figura 33 – Processo produtivo genérico da produção de calçados plásticos.....	143
Figura 34 – Esquema das Diretrizes em relação ao sistema produtivo.....	186

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Indicadores de desempenho para as dimensões da sustentabilidade na perspectiva sistêmica.....	41
Quadro 2 – Definições ampliadas da Produção Mais Limpa	51
Quadro 3 – Evolução do comportamento das organizações.....	54
Quadro 4 – Ferramentas relacionadas a colaboração para desenvolver capacidades em <i>supply chain management</i>	68
Quadro 5 – Padronização dos princípios	72
Quadro 6 – Fatores críticos agrupados em elementos de influência dominante	73
Quadro 7 – Relação entre grupos de princípios e fatores críticos	75
Quadro 08 – Princípios relacionados aos grupos de aplicação.....	144
Quadro 09 - Reduzir custo, consumo e desperdício	147
Quadro 10 - Aumentar a eficiência.....	148
Quadro 11 - Preservar os recursos naturais	150
Quadro 12 - Usar materiais ambientalmente amigáveis	151
Quadro 13 - Considerar a influência da dimensão humana	153
Quadro 14 - Evitar resíduos na origem	155
Quadro 15 – Inovação	156
Quadro 16 - Investir em tecnologia verde	158
Quadro 17 - Proteger o meio ambiente e seres humanos	159
Quadro 18 - Reutilizar resíduos.....	159
Quadro 19 - Reciclar resíduos	160
Quadro 20 - Reduzir descarga e descarte de resíduos.....	161
Quadro 21 - Melhorar a gestão	164
Quadro 22 - Considerar a influência do governo e sociedade	165
Quadro 23 – Diretrizes para o princípio “reduzir custo, consumo e desperdício”	168
Quadro 24 – Diretrizes para o princípio “aumentar a eficiência”	170
Quadro 25 – Diretrizes para o princípio “preservar os recursos naturais”	171
Quadro 26 – Diretrizes para o princípio “usar materiais ambientalmente amigáveis”	172
Quadro 27 – Diretrizes para o princípio “considerar a influência da dimensão humana” ...	173
Quadro 28 – Diretrizes para o princípio “evitar resíduos na origem”	174
Quadro 29 – Diretrizes para o princípio “inovação”	175
Quadro 30 – Diretrizes para o princípio “investir em tecnologia verde”	177
Quadro 31 – Diretrizes para o princípio “proteger o meio ambiente e seres humanos”	179

Quadro 32 – Diretrizes para o princípio “reutilizar resíduos”	180
Quadro 33 – Diretrizes para o princípio “reciclar resíduos”	181
Quadro 34 – Diretrizes para o princípio “reduzir descarga e descarte de resíduos”	182
Quadro 35 – Diretrizes para o princípio “melhorar a gestão da produção e ambiental”	184
Quadro 36 – Diretrizes para o princípio “considerar a influência do governo e sociedade”.	185

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Porte de empresas segundo estatuto das microempresas e empresas de pequeno porte	23
Tabela 2 – Classificação do porte de empresas segundo o BNDES	24
Tabela 3 – Classificação quanto ao número de empregados segundo SEBRAE e IBGE	24
Tabela 4 – Participação no mercado global por categorias	33
Tabela 5 – Participação dos calçados por gênero na produção de 2013	34
Tabela 6 – Pessoal ocupado por segmento	35
Tabela 7 – Característica da cadeia produtiva de calçados no Brasil em 2013.....	36

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABS	<i>Acrylonitrile Butadiene Styrene</i>
ACV	Análise do Ciclo de Vida
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CAM	<i>Computer Aided Manufacturing</i>
CAD	<i>Computer Aided Design</i>
CNC	<i>Computer Numeric Control</i>
CNTL	Centro Nacional de Tecnologias Limpas
COGERH	Companhia de Gestão de Recursos Hídricos
CONAMA	Conselho Nacional do Meio ambiente
CPIC	<i>Cleaner Production International Centers</i>
CRAJUBAR	Crato, Juazeiro do Norte e Barbalha,
RSC	Responsabilidade Social Corporativa
DIBP	<i>di iso butil ftalato</i>
DIDP	<i>di iso decil ftalato</i>
DOA	<i>di octil adipato</i>
DOP	<i>di octil ftalato</i>
DOZ	<i>di octil azelato</i>
DS	Desenvolvimento Sustentável
ED	<i>Eco Design</i>
EPI	Equipamento de Proteção Individual
EUROSTAT	Gabinete de Estatísticas da União Europeia
EVA	<i>Ethylene-Vinyl Acetate</i>
FEG	Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá
FIEC	Federação das Indústrias do Estado do Ceará
FIESP	Federação das Indústrias do Estado de São Paulo
FRANCAL	Feira internacional da moda em calçados e acessórios
GCSV	Gerenciamento Cadeia de Suprimento Verde
GD	<i>Green Design</i>
GFI	<i>Global Footwear Industry</i>
GSCM	<i>Green Supply Chain Management</i>
IBEMA	Instituto Brasileiro de Ecologia e Meio Ambiente
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

IEMI	Instituto de Estudos e Marketing Industrial
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
kW/h	<i>Kilo-Watt-hour</i>
LCA	<i>Life Cycle Assessment</i>
MPMEs	Micros, Pequenas e Médias Empresas
MTD	Melhores Técnicas Disponíveis
NBR	Norma Brasileira
PCP	Planejamento e Controle da Produção
PD	Pesquisa e Desenvolvimento
PGR	Programa de Gerenciamento de Resíduos
PIB	Produto Interno Bruto
P+L	Produção Mais Limpa
PP	<i>Polypropileno</i>
PS	<i>Polystyrene</i>
PU	<i>Polyurethane</i>
PV	Projeto Verde
PVC	<i>PolyVinyl Chloride</i>
PVD	<i>Physical Vapor Deposition</i>
RMC	Região Metropolitana do Cariri
RRR	reutilização / reciclagem / recuperação
RRR *	reutilizabilidade / reciclabilidade / recuperabilidade
SEM	<i>Environment Management System</i>
SEBRAE	Serviço Brasileiro de apoio às Micro e Pequenas Empresas
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
SGA	Sistemas de Gestão Ambiental
SICC	Salão Internacional do Couro e do Calçado
SIDRA	Sistema IBGE de Recuperação Automática
SINDINDÚSTRIA	Sindicato das Indústrias de Calçados e Vestuário de Juazeiro do Norte e Região
TBL	<i>Triple Bottom Line</i>
UECE	Universidade Estadual do Ceará
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UNCED	<i>United Nations Conference on Environment and Development</i>

UNEP	<i>United Nations Environmental Programme</i>
UNESP	Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”
UNIDO	<i>United Nations Industrial Development Organization</i>
URCA	Universidade Regional do Cariri
USD	<i>United States Dollar</i>
WCED	<i>World Commission on Environment and Development</i>
WTP	<i>Water Transfer Printing</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	21
1.1 OBJETIVO DA PESQUISA	29
1.2 DELIMITAÇÃO	29
1.3 JUSTIFICATIVA	29
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO	37
2 REFERENCIAL TEÓRICO	37
2.1 SUSTENTABILIDADE e GESTÃO AMBIENTAL EMPRESARIAL	38
2.2 PRODUÇÃO MAIS LIMPA	50
2.3 Revisão Sistemática da Literatura	68
2.3.1 Identificação de princípios e fatores críticos	71
3 MÉTODO DE PESQUISA	77
3.1 FASE 1: DEFINIÇÃO E PLANEJAMENTO	77
3.1.1 Protocolo de pesquisa	79
3.1.2 Escolha dos casos	81
3.2 FASE 2 - coleta e análise de dados dos múltiplos casos	83
3.3 FASE 3: Análise CRUZADA e DIRETRIZES propostas	84
4 ESTUDOS DE CASOS	86
4.1 - ANÁLISE INDIVIDUAL DOS CASOS	86
4.1.1 Empresa A	86
4.1.2 Empresa B	94
4.1.3 Empresa C	105
4.1.4 Empresa D	109
4.1.5 Empresa E	121
4.1.6 Empresa F	131
4.2 ANÁLISE CRUZADA DOS CASOS	140
5 DIRETRIZES PARA A IMPLEMENTAÇÃO DE PRINCÍPIOS DE P+L	166
5.1 Diretrizes para reduzir custo, consumo e desperdícios	167
5.2 Diretrizes para aumentar a eficiência	168
5.3 Diretrizes para preservar os recursos naturais	170
5.4 Diretrizes para usar materiais ambientalmente amigáveis	171
5.5 Diretrizes para considerar a influência da dimensão humana	172
5.6 Diretrizes para evitar resíduos na origem	174

5.7 Diretrizes para o inovação	174
5.8 Diretrizes para investir em tecnologia verde	176
5.9 Diretrizes para proteger o meio ambiente e seres humanos	177
5.10 Diretrizes para reutilizar resíduos	179
5.11 Diretrizes para reciclar resíduos.....	180
5.12 Diretrizes para reduzir descarga e descarte de resíduos	181
5.13 Diretrizes para melhorar a gestão da produção e ambiental	183
5.14 – Diretrizes para considerar a influência do governo e sociedade	184
6 CONCLUSÃO	187
ANEXO A - PROTOCOLO DE COLETA DE DADOS	190

1 INTRODUÇÃO

O homem sobrevive dos recursos que o meio ambiente o permite explorar. Moradores urbanos dependem das capacidades dos ecossistemas no que diz respeito a sua capacidade de produzir e assimilar a exploração em uma abrangência que vai bem além de suas fronteiras, para suprirem as necessidades desses moradores (PINCETL, 2012). O desenvolvimento econômico facilitou o suprimento das necessidades do homem por meio da oferta de produtos.

A necessidade de sobrevivência e estilo de vida da sociedade gera uma demanda que é satisfeita a partir do consumo de recursos ambientais, sociais e econômicos (HENRIQUES; CATARINO, 2014). Essa demanda é satisfeita por empresas, nos vários segmentos do mercado global, que disputam a possibilidade de ganho financeiro, por meio do uso de estratégias que atribuam a si um desempenho superior e possam garantir vantagem competitiva sobre os concorrentes (HULT, 2012).

As atividades industriais necessárias para atender a demanda de bens de consumo trazem como decorrência a poluição, que pode trazer danos ao solo, às águas e ao ar, elementos dos quais dependem a saúde humana e ecológica (DUIĆ et al., 2015).

Por causar impactos sobre a natureza, em uma dimensão global, as atividades humanas, principalmente no contexto industrial, tornaram-se objeto de estudo na busca de encontrar uma resposta a questão: como melhorar a qualidade de vida atual, sem comprometer a possibilidade de garantir uma qualidade de vida equivalente no futuro? (CHRISTEN; SCHMIDT, 2012).

Nesse contexto de preocupações ambientais surge o conceito de Desenvolvimento Sustentável (DS) ou Sustentabilidade como uma proposta de conciliação entre um crescimento econômico perene e uma proteção eficaz dos recursos naturais do meio ambiente (HÁK et al., 2016).

A sustentabilidade necessária para uma empresa se adaptar ao ecossistema, preservar e manter seu capital, depende de características internas e externas do sistema que envolve a organização e seu meio ambiente, tendo como desafio, prever qual deve ser seu estado ideal e quais características devem ser mantidas ao longo do tempo (MERAD et al., 2014).

Uma possível resposta a questão fundamental da sustentabilidade, que pode trazer melhorias significativas para a proteção do meio-ambiente e ao mesmo tempo atribuir vantagens econômicas na competição entre empresas, consiste em produzir e ofertar bens e serviços concebidos sob a ótica do respeito e proteção ambiental (TSCHIGGERL, KARIN; WOLF, 2012).

Essa ótica permite uma relação do tipo ganha-ganha, onde o meio ambiente ganha com a retirada mínima de recursos e a empresa ganha com a melhoria do desempenho financeiro do negócio. Assim, processos produtivos com foco ambiental, que não negligenciem os requisitos exigidos pelos clientes, nem os mais recentes e rigorosos regulamentos de proteção ambiental, tanto em nível nacional como no internacional, são essenciais diante da concorrência entre empresas em um ambiente sustentável (VELAZQUEZ *et al.*, 2014).

Os processos produtivos são estimulados por uma demanda de produtos, que representam valores e necessidades próprias do estilo de vida das relações sociais. Estilo esse que é influenciado e ao mesmo tempo influencia o consumo de produtos e serviços por parte de pessoas e organizações. O consumo dos produtos pode gerar resíduos ao fim da vida útil dos mesmos ou em decorrência das atividades do sistema de produção, que é alimentado por meio de ganhos financeiros que permitem investimentos na aquisição de insumos de produção. Dentre os insumos a matéria-prima que é consumida na produção de bens e serviços pode ter como origem a extração dos recursos naturais, ou já ser um produto de empresas fornecedoras, ou ainda pode ter como fonte, resíduos próprios ou de terceiros. A colheita dessa matéria-prima no meio ambiente, gera resíduos de extração, assim como a produção ou beneficiamento dessa matéria-prima também produz resíduos de produção. Para colocar o produto a disposição do consumo um sistema de distribuição, que envolve mercado, vendas e entrega desse produto que poderá ser um bem ou um serviço, também gera resíduos de distribuição (VERGRAGT *et al.*, 2014).

Tomando-se como base um sistema genérico de produção e consumo, como o descrito por Vergragt (2014), percebe-se que a interação entre os sistemas de extração, produção dos bens e serviços, distribuição, e o de consumo, em algum ponto e momento ao longo da cadeia de suprimento que mantém a dinâmica e o equilíbrio desses sistemas, geram resíduos que podem causar algum tipo de impactos ambientais em diversos pontos dessa cadeia.

Na grande maioria dos países do mundo, um determinado tipo de empresa tem sido apontado como o motor do crescimento econômico e ao mesmo tempo, também o responsável por cerca de 60% de todas as emissões de dióxido de carbono e 70% de toda a poluição. Em decorrência disso, esse tipo de empresa tornou-se foco da pressão global para adaptar os seus sistemas de gestão e produção para atender aos padrões ambientais globais para indústrias. Esse tipo de empresa engloba o que se chama micro, pequena e média empresa (MPME) (APOSPORI *et al.*, 2012; NGUYEN; BEETON; HALOG, 2015)

Não há um conceito único, que seja universalmente aceito, no que diz respeito a definir o que constitui uma MPME. Contudo, pesquisadores e instituições que trabalham com esse tipo

de empresas, em diversos países, têm proposto diferentes definições, que mudam de acordo com o nível de desenvolvimento e tamanho das atividades econômicas do país, onde essas empresas se encontram. No geral, os critérios de classificação usados na tentativa de definir MPME variam desde bens de capital, habilidades de trabalho e níveis de volume de negócios, estatuto jurídico da empresa, método de produção adotado e o sector de atuação da empresa (GBANDI AMISSAH, 2014).

Na África do Sul, por exemplo, a definição de PME é definida pela Lei Nacional de *Small Business* 102, de 1996, que define cinco categorias de pequenas empresas levando em consideração a combinação do número de empregados, o volume de negócios anual de vendas e os ativos brutos, excluindo propriedade fixa (MADUKU et al., 2016).

No Brasil as definições de PME ocorrem em função de elementos como a receita bruta anual, receita operacional bruta anual, ou ainda o número de funcionários. Os referenciais de classificação são dados por órgãos como Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), Serviço Brasileiro de apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE) e Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (FIESP).

A falta um padrão único de classificação de empresas é percebido por meio dos diversos critérios classificações usados por esses órgãos tais como: O estatuto da microempresa e empresa de pequeno porte usa a receita bruta anual como critério; o BNDES usa a receita operacional bruta anual; o SEBRAE e a FIESP usam o número de funcionários.

De acordo com o Estatuto da Microempresa e Empresa de Pequeno Porte (BRASIL, 2006), com seus valores atualizados em 30 de agosto de 2012, o porte das empresas com relação a receita bruta anual é assim definido de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1 – Porte de empresas segundo estatuto das microempresas e empresas de pequeno porte

Classificação (Porte)	Receita bruta anual em Reais R\$ \$	Receita bruta anual em USD \$
Microempresa	0 a R\$ 360.000,00	0 a USD 109.970,68
Pequena Porte	R\$ 360.000,01 a R\$ 3.600.000,00	USD 109.970,68 a USD 1.099.706,80

Fonte: BRASIL (2006)

Para o BNDES (2015), principal empresa pública federal, para financiamentos de longo prazo na realização de investimentos nos diversos segmentos da economia, incluindo as dimensões social, regional e ambiental. Sua classificação de porte ocorre em função da receita operacional bruta conforme a escala de valores da definida na Tabela 2.

Tabela 2 – Classificação do porte de empresas segundo o BNDES

Classificação (Porte)	Receita operacional anual bruta em Reais R\$		Receita operacional anual bruta em USD \$	
Microempresa	0 a	2.400.000,00	0 a	733.137,84
Pequena empresa	2.400.000,01 a	16.000.000,00	733.137,84 a	4.887.585,60
Média empresa	16.000.000,01 a	90.000.000,00	4.887.585,60 a	27.492.669,00
Grande empresa	90.000.000,01 a	300.000.000,00	27.492.669,00 a	91.642.230,00

Fonte: BNDES (2015)

O Serviço Brasileiro de apoio às Micro e Pequenas Empresas – SEBRAE, instituição técnica que tem como objetivos o fortalecimento e a promoção de micro e pequenas empresas classifica o porte das empresas em função do número de empregados, fazendo distinção entre empresas industriais e comerciais e serviços, como descrito na tabela 3.

Tabela 3 – Classificação quanto ao número de empregados segundo SEBRAE e IBGE

Classificação do Porte	Número de empregados como critério	
	Indústria	Comércio e Serviços
Microempresa	0 a 19	0 a 9
Pequena Empresa	20 a 99	10 a 49
Média Empresa	100 a 499	50 a 99
Grande Empresa	500 ou mais	100 ou mais

Fonte: SEBRAE (2015)

A maioria das MPME são caracterizadas por operações de baixa produtividade, pouca inovação tecnológica, altos custos de produção, quantidades significativas de resíduos de produção e uma total falta de gestão sustentável de seus recursos (GAZI et al., 2012).

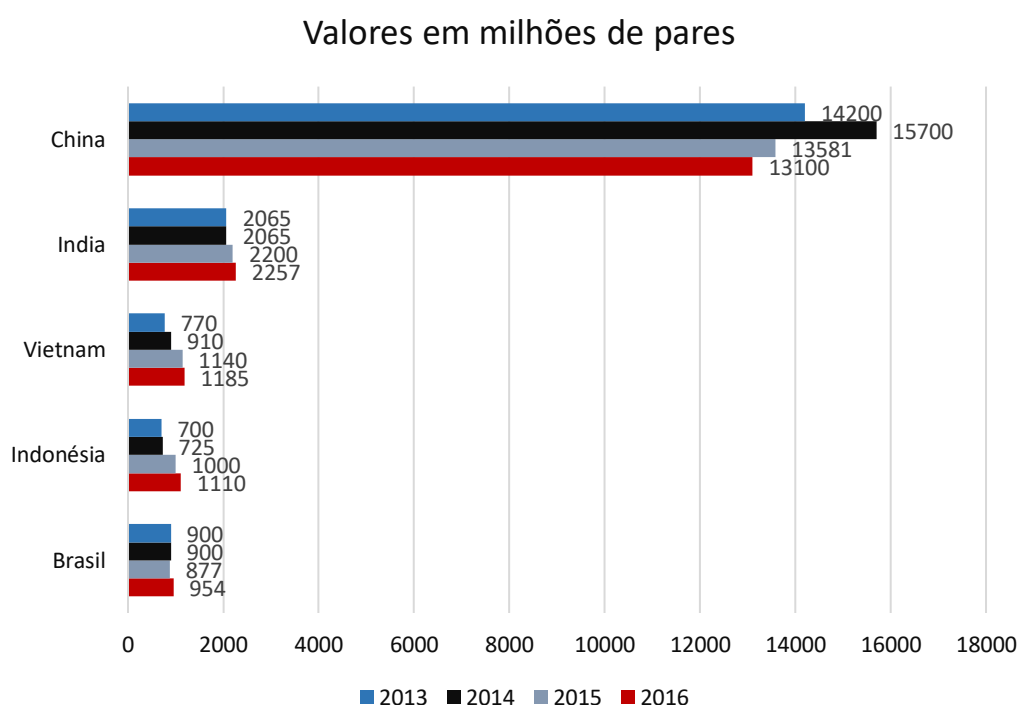
Em decorrência dessa característica, as MPME são cada vez mais cobradas por suas responsabilidades perante o impacto ambiental e social que causam (STEVENS *et al.*, 2012). Portanto entende-se que como propulsoras de grande parcela do crescimento econômico, os sistemas produtivos das MPMEs, podem contribuir proporcionalmente de forma significativa com a causa dos impactos ambientais (APOSORI *et al.*, 2012; GAZI et al., 2012; NGUYEN; BEETON; HALOG, 2015)

Tomando como exemplo a produção de calçados, em 2013 foram produzidos 22 bilhões de pares de calçados em todo o mundo, atingindo nesse ano um novo *record*, de acordo com o Anuário do *World Footwear* (WORLD FOOTWEAR, 2014). Esse volume de produção de calçados pode ter uma forte parcela de participação na causa de impactos ambientais resultantes

dos resíduos gerados pelos diversos elementos do macro sistema de produção e consumo, conforme Vergragt (2014).

Ainda nesse exemplo de produção de calçados, a Figura 1 mostra o volume de produção por país, em milhões de pares, referente ao período entre 2013 e 2016. A Ásia é a fonte de 87% do calçado produzido em todo o mundo e a China o país líder mundial, produzindo quase 2 de cada 3 pares de sapatos vendidos em todo o mundo. Dentre os 5 maiores produtores em volume de produção nesse período, o Brasil ocupa a quinta posição.

Figura 1 – Produção anual de calçados por país no período de 2013 a 2016



Fonte: STATISTA (2017)

Almeida *et al.* (2013) apontam o consumo e a produção em padrões insustentáveis, como a principal causa da extensa degradação do meio ambiente mundial, o que coloca a indústria de transformação como uma das principais fontes de causa dos impactos ambientais.

Tais impactos são entendidos, segundo o Conselho Nacional Do Meio ambiente - CONAMA, como

qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; a qualidade dos recursos ambientais (CONAMA, 1986, p. 636).

Um exemplo desse comportamento que conduz a uma melhoria no desempenho ambiental pode ser deduzido pelos dados estatísticos apresentados no relatório do Gabinete de

Estatísticas da União Europeia (EUROSTAT, 2013), que mostra que embora tenha ocorrido um acréscimo de 34% no número de empresas industriais, houve uma diminuição de 25% no volume de resíduos gerados pelas mesmas (YILMAZ et al., 2015).

Ao longo do tempo, o progresso do comportamento das empresas em relação ao meio ambiente pode ser assim identificado segundo Rohrich e Cunha (2004):

- Total despreocupação com o meio ambiente, motivado pela crença da inesgotabilidade dos recursos;
- Preocupação mínima em corrigir ou prevenir impactos ambientais, forçosamente motivada para atender as exigências da legislação vigente;
- Atitude proativa, motivada pela percepção de que proteger o meio ambiente traz diversos ganhos para a empresa.

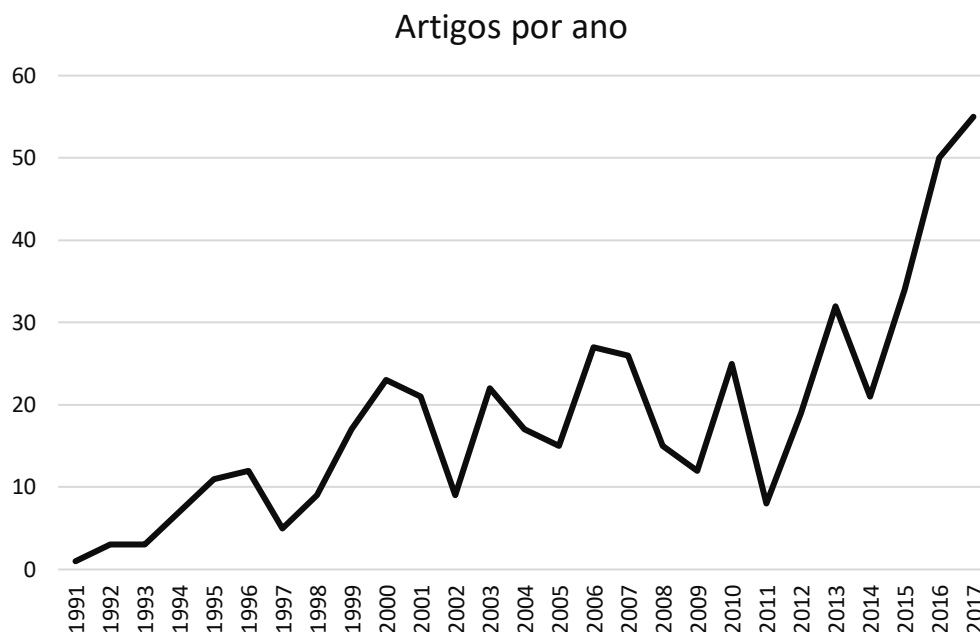
Atitudes proativas por parte das empresas podem ser exemplificadas pela mudança dos métodos de fabricação, redução na produção de bens com maior efeito impactante sobre o meio ambiente, trazendo melhoria sobre a vida na Terra, pois o aumento da população mundial aumenta o consumo de bens e conseqüentemente consome mais recursos naturais e provocam maior impacto sobre o meio ambiente. Logo, um crescimento econômico sustentável pode ser conseguido com tais atitudes (ION; GHEORGHE, 2014).

Para melhorar o desempenho ambiental das organizações surgiu uma proposta de gestão eficaz, da parte do Programa das Nações Unidas para o Meio ambiente (UNEP), nomeada por Produção Mais Limpa (P+L) (YUSUP *et al.*, 2015) e de acordo com o *Green Industry Virtual Centre* (GIVC, 2015), o nome pode ser usado de forma intercambiável com os termos: tecnologias mais limpas; minimização de resíduos e prevenção da poluição.

P+L é uma estratégia ambiental preventiva de aplicação contínua, integrada para produtos, serviços e processos com o objetivo de aumentar a eficiência global e reduzir o risco tanto para os seres humanos como para o meio ambiente (UNEP, 2002).

Desde quando foi divulgado na *United Nations Conference on Environment and Development* (UNCED, 1992), o termo P+L tem se mostrado como importante tema de estudo em diversos países conforme o crescimento de publicações sobre o tema mostrado pela Figura 2 e Figura 3.

Figura 2 - Quantidade de documentos por ano



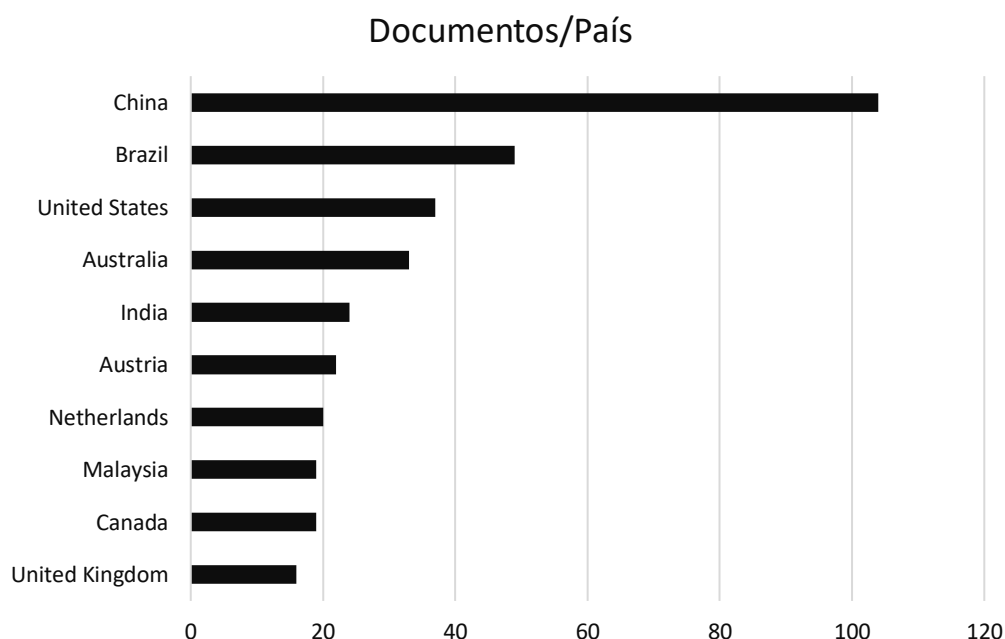
Fonte: Base de Dados SCOPUS (2015)

A Figura 2 apresenta o progresso ao longo dos anos referente ao número de publicações da produção científica de artigos relacionados com o tema "Produção Mais Limpa". Ela mostra que a quantidade de artigos publicados a cada ano é quase sempre maior que a quantidade do ano anterior, o que permite inferir que o referido tema despertou o interesse do meio científico, desde quando o termo foi cunhado e usado pelo UNEP (GOVINDAN *et al.*, 2014).

Tanto a Figura 2 como a Figura 3 foram criadas a partir da consulta à base de dados do SCOPUS na qual se buscou a presença do termo “*Cleaner Production*” no título, resumo ou palavras-chave dos artigos publicados no período compreendido entre 1989 e 20015.

Para identificar o interesse da comunidade científica brasileira, tomando como base os mesmos artigos encontrados na pesquisa para o referido período, classificou-se os artigos pela origem do país e por ordem decrescente do número de publicações, selecionou-se os dez primeiros para compor o gráfico de publicações por país, exibido pela Figura 3, onde o Brasil se encontra ocupando a segunda posição.

Figura 3 - Países que mais pesquisam o tema



Fonte: Base de Dados SCOPUS (2015)

Por contribuir com a gestão ambiental, a P+L tem sido implementada como uma ferramenta para alcançar a eliminação de desperdícios, a redução da poluição, do consumo de energias e de materiais, além de gerar um ambiente de trabalho seguro a saúde do trabalhador e trazer benefícios econômicos e aumento da competitividade, principalmente para as micros, pequenas e médias empresas (YUSUP *et al.*, 2015).

Pelo exposto, em relação as necessidades humanas por produtos, as atividades de produção industrial para atenderem essa demanda, a necessidade de consumir recursos naturais para produzir e o consequente impacto ambiental gerado em decorrência disso, nos remete à necessidade de orientar a produção das micro, pequenas e médias empresas industriais em direção ao desenvolvimento sustentável, o que possivelmente pode ser alcançado por meio da P+L como proposta, razão pela qual o trabalho dessa tese foi motivado.

Contudo, saber como a P+L pode ser implementada e gerida em micros, pequenas e médias empresas industriais de calçados plásticos constitui a questão de pesquisa dessa tese, cujo propósito conduz buscar respostas e evidências que vão nortear o seu desenvolvimento, a saber:

- Quais etapas devem ser seguidas para sua implantação?
- Que princípios devem ser observados?
- Quais pontos são críticos para alavancar o sucesso da implantação?

1.1 OBJETIVO DA PESQUISA

O principal objetivo dessa tese é propor diretrizes para implantação e gestão dos princípios da P+L em empresas de calçados plásticos de micro, pequeno e médio porte (MPMEs).

Os objetivos específicos dessa tese são assim elencados:

- Mapear os processos comuns, a partir de seis estudos de casos, da indústria calçados plásticos injetados;
- Identificar neste processo os fatores críticos associados a cada atividade de produção que apresente potencial de uso de algum dos princípios da P+L;
- Identificar no estudo dos casos, as boas práticas e as eventuais dificuldades associadas a aplicação dos princípios que juntamente com o referencial teórico sirvam de subsídio a proposta das diretrizes.

1.2 DELIMITAÇÃO

Procurou-se restringir a investigação (condição de contorno) e a análise dos dados em relação ao objeto de estudo (P+L), em relação à delimitação geográfica (empresas que atuam no Brasil), em relação à característica (Micros, Pequenas e Médias Empresas - PME) e em relação ao grupo de estudo (empresas de calçados plásticos), de forma a garantir maior exequibilidade da pesquisa e relevância dos seus resultados.

As diretrizes foram propostas com base no referencial teórico obtido na revisão sistemática e na observação obtida no estudo dos casos.

1.3 JUSTIFICATIVA

Desde quando as preocupações ambientais, por pressão do governo e da sociedade, chegaram ao nível das decisões estratégicas e operacionais, seja por da adoção forçosa ou disposição à mudança, muitas empresas descobriram que uma postura de gestão favorável ao meio ambiente, como a P+L, pode melhorar uma série de metas e evitar aspectos e impactos negativos (CAMPOS *et al.*, 2015).

Na China, por exemplo, a postura favorável ao meio ambiente por parte das empresas ocorreu pela promoção obrigatória da P+L por parte do governo, que percebeu o potencial de

contribuições em relação ao nível de desenvolvimento econômico local, e de resposta às pressões e a condições externas contra a poluição (DAN *et al.*, 2013).

Uma análise dos principais métodos de implantação da P+L revelou que eles não apontam em detalhes as ferramentas e técnicas a serem empregadas em cada etapa. Pelo contrário, eles simplesmente descrevem as etapas e os seus objetivos específicos. Além disso, a implantação é dificultada por algumas barreiras organizacionais, tais como motivação ambiental limitada, falta de envolvimento dos empregados, despreparo dos empregados, gestão inadequada da alta liderança, sistemas de comunicação fracos e inércia operacional (LOPES SILVA *et al.*, 2013).

Diante dessa situação, esse trabalho traz como contribuição a formulação de diretrizes que fornecem orientações que permitam a empresa implantar os princípios identificados no referencial teórico da P+L em seu processo produtivo, monitorando os resultados esperados em cada etapa do método por meio de técnicas e ferramentas, para minimizar as chances de insucesso na implantação na empresa.

O resultado dessa tese também poderá trazer contribuição acadêmica ao dar progresso ao estado da arte, no que diz respeito ao conhecimento produzido pela pesquisa, para que como diz Almeida *et al.* (2013), os resultados alcançados possam ser aplicados no mundo real em sistemas industriais que estejam buscando reduzir os custos operacionais e o desperdício de recursos de matéria-prima, água e energia, por meio do uso racional alcançado em decorrência de melhorias nos processos e na da gestão.

Espera-se que a empresa que adotar esse método obtenha a implantação e gestão da P+L e possa usufruir dos benefícios que ela traz, tais como: aumento de sua eficiência global; minimização dos riscos de suas atividades; redução da geração de resíduos na fonte; menores custos em relação à operação; aumento da competitividade e melhor manutenção, saúde e desempenho ambiental. Contudo, esses benefícios só serão alcançados se os sistemas de gestão forem usados para assegurar atividades contínuas e sistemáticas (ALMEIDA *et al.*, 2013, LOPES SILVA *et al.*, 2013).

Outro importante ganho para o setor industrial está no fato da implantação e gestão da P+L envolver mudanças, melhorias e inovações, aplicadas em direção a melhoria dos processos das empresas. Essa mudanças com foco ambiental reduzem o consumo de materiais e energia, minimiza a geração de resíduos, podendo aumentar a produtividade, resultando em benefícios financeiros em uma relação "ganha-ganha" que melhora a eficiência, a rentabilidade e competitividade industrial, enquanto protege o meio ambiente, o consumidor e o trabalhador (FORE; MBOHWA, 2015).

As empresas de porte micros, pequenas e médias (MPMEs) constituem mais de 98% do total das empresas nas economias desenvolvidas, e representam mais de 60% do emprego na economia e cerca de 50% do Produto Interno Bruto (PIB). Por outro lado, nas economias menos desenvolvidas, esse mesmo tipo de empresa emprega pouco mais de 30% da força de trabalho e representam pouco mais de 10% do PIB (SARFATI, 2013).

Apesar dessas características, as micros, pequenas e médias empresas (PME) em países em desenvolvimento têm uma importância cada vez mais reconhecida na contribuição de geração de emprego e do desenvolvimento econômico e sustentável (ROMEIRO FILHO, 2014).

Segundo Cheng (2016), as pequenas e médias empresas (PME) são de vital importância para o desenvolvimento saudável da economia de um país. Ele aponta a China como exemplo, onde cerca de 99% das PME têm contribuído para aumentar o nível de emprego, e do PIB, promover a importação e exportação, acelerando a inovação empresarial. Essas contribuições superam as das grandes empresas com um índice situando-se na faixa de 70% a 95%.

Em Taiwan, pequenas e médias empresas (PME) exercem uma forte influência e constituem aproximadamente 97,63% de todas as empresas e compõem 77,12% do emprego total da ilha. No entanto as PME enfrentam desafios sem precedentes trazidos pela economia do conhecimento que põe em risco a flexibilidade e inovação como tema vital para se tornarem mais competitivas e inovadoras e alcançarem um desempenho sustentável (WANG; YANG, 2016)

As pequenas e médias empresas (PME) possuem um papel muito importante nos sectores da indústria de transformação, desempenhado nos países do leste asiático, como a China, Japão e Coreia do Sul, a função de subcontratação com a qual contribuem para as exportações desses países (KIM; HEMMERT, 2016).

De acordo com o Banco Mundial (2006), 97% de todos os negócios privados que participam na economia sul-Africana são de pequenas empresas, e de mais 1% das empresas privadas ativas são médias empresas. O setor Sul Africano das PME é muito diversificado, e emprega cerca de 11,6 milhões da força de trabalho ativa, por isso muita ênfase é colocada sobre o desenvolvimento de um sector de PME viável para estimular o crescimento econômico e reduzir o desemprego, a desigualdade e a pobreza (MADUKU *et al.*, 2016).

Os países desenvolvidos, como os EUA, Japão e Hungria, têm reconhecido o potencial das pequenas empresas para competirem nos segmentos comerciais de grandes empresas e superarem em grandes negócios. Elas são opções viáveis para contribuírem com a condução da economia e com o produto interno bruto em seus países, recebendo por conta disso,

incentivos para criação, melhoria, desenvolvimento e preservação dessas empresas (BORAINE; WYK, 2015).

Considerando a importância que as MPMEs possuem, essa tese trabalhou com esse tipo de empresa considerando as que se enquadrem em qualquer um dos dois critérios que seja, o do SEBRAE ou o do Estatuto da Microempresa e Empresa de Pequeno Porte.

Uma expectativa dessa tese é que um grande número de Micro, Pequenas e Médias Empresas (MPMEs) possam implantar os princípios da P+L para melhorar seu desempenho ambiental e sua competitividade em meio a sua estrutura organizacional inadequada, mão de obra não treinada, baixos recursos econômicos e baixa tecnologia, características próprias dessas empresas em países em desenvolvimento (ROMEIRO FILHO, 2014).

As MPMEs industriais são limitadas em matéria de gestão estratégica da inovação tecnológica por enfrentarem dificuldades que envolvem baixa habilidade administrativa, desatenção para com a tecnologia disponível, reduzido alcance em suas áreas de mercado, e ausência de concorrentes qualificados (OLIVEIRA; KAMINSKI, 2012).

Implementar a P+L implica em fazer mudanças que por sua vez promovem inovações em algum aspecto e as para serem bem sucedidas dependem fundamentalmente da estratégia adotada, da estrutura de recursos humanos, e de associação com outras empresas ou com universidades (OLIVEIRA; KAMINSKI, 2012). Sendo outra importante contribuição dessa tese estreitar o relacionamento entre Universidade e empresas.

Pelo exposto, referente a micros, pequenas e médias empresas em relação a suas limitações, dificuldades e importância, em relação a indústria de calçados e ao crescente uso do plástico nos calçados, complementamos os argumentos expressos na questão de pesquisa que motivou essa tese.

As empresas fabricantes de calçados causam uma significativa parcela de impacto ambiental com seus resíduos de produção. Um único sapato pode conter 65 partes discretas que requerem 360 etapas de processamento para a produção e montagem, executada geralmente por empresas menores localizadas em economias emergentes, enquanto que a especificação de materiais e *design* é definido por grandes marcas (CHEAH *et al.*, 2013).

Tomando como exemplo as empresas industriais de calçados que fazem uso extensivo do couro, somente em sua operação de corte, geram resíduos que representam 50 -70 % de todo o resíduo sólido produzidos pelo setor de calçados da Europa, o que corresponde a cerca de 150.000 toneladas/ano desse tipo de resíduo (FERREIRA, ALMEIDA, FREITAS, 2011).

Outro exemplo, segundo dados municipais de um estado norte americano, em relação ao tratamento de seus resíduos sólidos não recicláveis, informam que ao fim de sua vida útil, cerca

de 80% dos sapatos são depositados em aterros, enquanto que o restante é incinerado (CHEAH *et al.*, 2013).

A indústria global de calçados produz uma ampla variedade de tipos para homens, mulheres e crianças, tais como sapato, bota, sandália, chinelo, etc. com o propósito de uso social, dia a dia, trabalho ou esporte, utilizando normalmente como matéria-prima, couro natural e sintético, borracha, tecidos e plástico (*Global Footwear Manufacturing: Market Research Report*, 2015).

De modo geral os calçados possuem duas partes principais, a parte superior ou coberta e o solado. Sua produção pode ter genericamente as seguintes atividades operacionais: corte, costura, montagem e acabamento e injeção. Alguns seguimentos, como o de tênis, possuem cerca de 360 passos para fabricar e unir a parte superior ao solado (CHEAH *et al.*, 2013).

Segundo o *Global Footwear Industry GFI* (2015), os calçados participam do mercado conforme as categorias expostas na Tabela 4.

Os calçados esportivos masculinos são os mais fabricados, com uma participação no mercado de 20%, contudo a totalidade de 35% de calçados masculinos é menor que a totalidade de calçados femininos que é de 40%. No gênero feminino os calçados para o dia a dia lideram com 17% de participação no mercado mundial. Calçados esportivos no geral lideram o mercado com 30% de participação. Apesar da classificação outros estilos, apresente um maior percentual individual, ela compreende não apenas variações para os dois gêneros, como também as diversas variações para a categoria de calçados infantis, não podendo ser uma classe representativa.

Tabela 4 - Participação no mercado global por categorias

Categoria	Participação
Outros estilos	25 %
Calçados esportivos Masculinos	20 %
Calçados casuais feminino	17 %
Calçados sociais Feminino	13 %
Calçados esportivos Feminino	10 %
Calçados casuais Masculinos	9 %
Calçados sociais Masculinos	6 %

Fonte: GFI (2015)

No Brasil o Instituto de Estudos e Marketing Industrial (IEMI) é uma entidade que representa e defende os interesses do setor calçadista no mercado doméstico e internacional, desenvolve diversas ações para promover a competitividade do calçado brasileiro, como

prospecção de novos mercados, showrooms, feiras e projetos como o Programa *Brazilian Footwear*, além de atender à crescente demanda do setor por dados numéricos e comportamentais relativos aos seus mercados, para ajudar no planejamento das empresas por meio de informações especializadas (IEMI, 2015).

As características do setor de calçados descritas a seguir tiveram como fonte de origem, o relatório setorial para indústria de calçados referente ao período de 2009 a 2013, produzido pelo IEMI (IEMI, 2015).

A demanda mundial de calçados, considerando os dados de 2012, é atendida em 90% por empresas de 15 países, sendo dentre esses, 6 asiáticos com 78% da produção mundial. A produção de pares é liderada pela China (56,4%), seguida pela Índia (12,5%), ocupando o Brasil (4,6%) a terceira posição.

A produção de calçados em valor monetário foi aproximadamente de R\$ 26,8 bilhões, valor que comparado com toda a indústria de transformação brasileira (exceto construção civil e atividades de extração mineral) corresponde a 1,2% do valor total de sua receita líquida.

Os calçados femininos são produzidos em maior quantidade possuindo uma participação no mercado de 57,1%. Outra importante relevância do Setor Calçadista na Economia Brasileira diz respeito ao impacto social que ele causa ao gerar empregos diretos e indiretos. Em 2013, o setor gerou 353 mil postos de trabalho, o que corresponde a 3,6% do total de trabalhadores alocados na produção industrial.

Em 2013 a produção de calçados por gênero pode ser vista na Tabela 5.

Tabela 5 – Participação dos calçados por gênero na produção de 2013

Gênero	Participação
Femininos	57,1 %
Masculinos	21,8 %
Infantis e Bebês	21,1 %

Fonte: IEMI (2015)

Os empregos gerados pelo setor calçadista contribuíram para um crescimento de 8,7% em relação ao pessoal ocupado e essa ocupação por segmento ficou distribuída conforme a Tabela 6.

Tabela 6 – Pessoal ocupado por segmento

Segmento	Participação
Calçados de couro	55 %
Calçados esportivos	15 %
Outros materiais	15 %
Plástico e borracha	15%

Fonte: IEMI (2015)

Em termos de quantidade de unidades atuantes no período analisado (2009 a 2013), o setor aumentou apenas 0,5%. Em 2013, último ano do período analisado, a quantidade produzida teve uma queda de 0,7%, enquanto as empresas que produzem calçados de plástico e borracha apresentaram nesse seguimento uma alta de 7,9%. O seguimento de plástico e borracha compreende os calçados fabricados com *PolyVinyl Chloride* (PVC) e *Ethylene-Vinyl Acetate* (EVA).

No evento Brasil Calçados de 2014, a cadeia produtiva de calçados no Brasil foi apresentada e caracterizada pelo IEMI em relação aos dados do período de 2009 a 2013 conforme Tabela 7 (IEMI, 2015).

Os principais produtores nacionais de calçados estão distribuídos nos Estados: Rio Grande do Sul, São Paulo, Minas Gerais, Ceará, Paraíba, Bahia, e Santa Catarina.

Os dados do referido período apontaram para um aumento de consumo de plástico/borracha que se alinha com o crescimento de calçados estratificado para o mesmo tipo. Como a P+L se propõe a reduzir o consumo na entrada do processo produtivo é possível que sua implantação nas indústrias de calçados contribua para uma melhor relação na quantidade de matéria-prima por produto e uma maior representatividade do setor na receita líquida da indústria. Uma vez que os calçados de Plástico/borracha tiveram o maior crescimento 56,5%, assim como sua matéria-prima também apresentou o maior crescimento 16,6%, as empresas que os produzem foram escolhidas como foco desse trabalho.

Tabela 7 – Característica da cadeia produtiva de calçados no Brasil em 2013

Característica	Representação
Quantidade de Empresas industriais de calçados	8,1 mil
Empregos	353, mil
Pares produzidos	900, milhões.
Volume de produção em valores.	R\$ 26,8 bilhões
Valor exportado	US\$ 1,1 bilhão
Valor importado	US\$ 572,4 milhões
Valor em investimento.	R\$ 668,6 milhões.

Fonte: IEMI (2015)

Com base na descrição da caracterização do setor calçadista já exposta percebe-se que a indústria de calçados tem uma considerável parcela na indústria de transformação e a implantação da P+L pode contribuir com os benefícios da tecnologia que essa estratégia permite alcançar como a redução do consumo de material, água e energia, tornando seus processos mais eco eficientes e contribuindo com o aumento da qualidade ambiental no contexto onde cada empresa se insere.

A indústria de calçados é convencionalmente considerada de baixa e média tecnologia, mas pode vir a alcançar um desempenho mais significativo, a ponto de tornarem-se importantes co-desenvolvedoras em domínios científicos e tecnológicos, como foi constatado por meio de uma experiência de colaboração estimulada entre vários intervenientes ao longo de uma cadeia de valor com fornecedores de tecnologias (CARDOSO; TORKKELI, 2014).

Iniciativas da P+L diversificadas têm sido aplicadas em diversas áreas e setores distintos das empresas de transformação. Apesar disso, o setor industrial de calçados carece de diretrizes para implantação da P+L, baseado na metodologia recomendada pela Organização de Desenvolvimento Industrial das Nações Unidas (UNIDO) e pelo Programa Ambiental das Nações Unidas (UNEP), que consiste em cinco etapas sequenciais: planejamento e organização; pré-avaliação e diagnóstico; avaliação; estudos de viabilidade; e por último a implantação e plano de continuidade (UNIDO / UNEP, 1991).

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Essa tese seguiu as orientações das Diretrizes para Apresentação de Trabalhos Acadêmicos da FEG/UNESP (FEG/UNESP, 2016) para formatar sua estrutura e manter a coerência lógica dos levantamentos da pesquisa, análises e conclusões distribuídos conforme parágrafos a seguir.

A seção 1 introduz ao trabalho mostrando o argumento de que os recursos naturais são a fonte de recursos para suprir toda a atividade industrial, que ocorre para atender a necessidade de bens de consumo, ao custo de impactos ambientais que comprometem a sustentabilidade do planeta. Apresenta também o comportamento atípico da indústria de calçados de plástico que pode fornecer, em associação com a P+L, importantes contribuições para a sustentabilidade e assim, a seção contempla a parte da Fase 1 do método de pesquisa que corresponde à apresentar as questões de pesquisa, os objetivos e a justificativa.

A seção 2 apresenta a conjuntura que traz conhecimento sobre os fundamentos da sustentabilidade e da gestão ambiental por meio da revisão sistemática da literatura, apresentando algumas ferramentas que permitem as empresas adotarem um procedimento ambientalmente correto em relação a sustentabilidade, destacando princípios e requisitos da P+L, como ferramenta e estratégia para alcançar a sustentabilidade.

A seção 3 descreve o método de pesquisa pelo qual essa tese foi planejada. Ele consiste em 3 fases que compreendem: Fase 1: definição e planejamento, Fase 2: coleta dos dados relativos aos casos de estudo e por último a Fase 3: análise cruzada dos casos e definição das diretrizes de implantação da P+L, que é o objetivo do trabalho.

A seção 4 descreve o estudo dos casos, analisa cada empresa individualmente, discute as oportunidades de aplicação e gestão dos princípios da P+L e faz uma análise cruzada entre todos os casos.

A seção 5 compreende a fase 3 da pesquisa e desenvolve as diretrizes de implantação e gestão da P+L, recomendando etapas que visem garantir o sucesso de sua implantação.

A seção 6 apresenta as conclusões do trabalho.

A duas seções seguintes compreendem as referências bibliográficas dos documentos citados nessa tese e os anexos (protocolo de pesquisa).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção é apresentada a revisão da literatura científica sobre Sustentabilidade e Gestão Ambiental, como pano de fundo sobre o qual a P+L atua e é também revisada para expor seus princípios teóricos que deram suporte para a elaboração das diretrizes propostas por esta tese.

2.1 SUSTENTABILIDADE E GESTÃO AMBIENTAL EMPRESARIAL

O papel dos sistemas naturais na vida humana pode ser expresso pelo conceito de funções ambientais tais como regulamento do clima, produção de alimentos e a auto recuperação desses sistemas para manter o capital natural, que é essencial para o bem-estar humano. A capacidade do sistema natural para proporcionar funções ambientais é de modo geral reconhecida como sendo finita e só é alcançada se salvaguardar a manutenção dessas importantes funções ambientais no futuro indefinido. Disso depende fundamentalmente sustentabilidade global dos sistemas naturais nos quais as economias e as sociedades estão incorporadas (EWIJK; STEGEMANN, 2014).

Respeitar a capacidade do ambiente implica em criar limites para os impactos ambientais associados à produção, consumo e descarte. O risco de a capacidade de suporte da natureza ser prejudica só será reduzido se a economia consumir menos recursos ambientais. Uma atraente estratégia para a realização da sustentabilidade está na redução do débito de materiais naturais por meio da mensuração de seus fluxos, que são mais fáceis de medir do que os impactos ambientais associados a eles. Essa redução tem dois aspectos fundamentais que podem ser resumidas como desmaterialização: a redução das entradas de matérias-primas e a redução das saídas de resíduos. Estes dois aspectos estão diretamente relacionados uma vez que, a prevenção de resíduos, reciclagem e reutilização podem reduzir consideravelmente a necessidade de material virgem, processamento de material e fabricação do produto, bem como reduzir os impactos ambientais associados. Reduções absolutas no débito de material implica uma diminuição absoluta nos insumos de matérias-primas e saídas de resíduos ao longo do tempo (EWIJK; STEGEMANN, 2014).

A palavra “sustentável”, significando “capaz de ser mantido a um certo nível”, segundo o Dicionário Online Etimologia, só adquiriu essa conotação a partir de 1965. Já o termo sustentabilidade com seu significado contemporâneo englobando as dimensões ambiental, econômica e social surgiu após 1972 (ONLINE ETYMOLOGY DICTIONARY, 2015).

Sustentabilidade ou Desenvolvimento sustentável foi usado formalmente pela primeira vez em 1987, pela comissão mundial do meio ambiente e desenvolvimento das Nações Unidas, para designar o “desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras satisfazerem as suas próprias necessidades” (WCED, 1987, p. 41).

A partir disso, o termo na literatura sobre o tema, vem se expandindo exponencialmente e proliferou sendo usado muitas vezes, por alguns slogans políticos e anúncios corporativos, para apontar de forma vaga a necessidade de preservação do meio ambiente (WU, 2013).

Para as organizações empresariais, o termo sustentabilidade, mais apropriadamente, diz respeito a capacidade de atender as necessidades de seus *stakeholders* diretos e indiretos, sem comprometer a mesma capacidade de atendê-los no futuro. Para alcançar essa capacidade a empresa precisa desenvolver seu capital nas bases econômica, social e ambiental, enquanto contribui com a sustentabilidade no seu domínio político (AKHTAR; ISMAIL; HUSSAIN, 2014).

Sem sustentabilidade qualquer organização está propensa a alcançar um estado indesejável de perda de sua identidade, seja pela diminuição da capacidade de se adaptar ao ecossistema ou até mesmo pela total perda da capacidade de atender o ecossistema que a sustenta (MERAD *et al.*, 2014).

A sustentabilidade sob a ótica da empresa, serve para salvaguardar o bem-estar da população humana e proteger o meio ambiente contra atividades de produção não regulamentadas, que resultam em poluição e degradação dos recursos (CHRISTOFI *et al.*, 2012). Assim, as questões de sustentabilidade empresarial devem ser consideradas de forma mais ampla no processo de elaboração das estratégias, táticas e políticas operacionais de gestão de fornecimento (AGERON *et al.*, 2012).

Portanto, é essencial estudar a sustentabilidade sob a esfera da Gestão de Operações por duas razões fundamentais: primeiro por causa da necessidade de prestar conta tanto dos recursos que a empresa utiliza, quanto do impacto causado por suas atividades de produção, transporte, reciclagem, reprocessamento e projeto de novos produtos; segundo pela necessidade de operar de forma prudente e responsável, cuidando da saúde e segurança de seus funcionários e da qualidade de vida da comunidade externa (GIMENEZ *et al.*, 2012).

Gestão de Operações sustentável é definida como o conjunto de habilidades e alavancas que permitem que uma empresa possa estruturar seus processos de negócio para obter um desempenho sustentável vencendo o limite da responsabilidade que frequentemente se estende para além do alcance de propriedade e controle direto da empresa (GIMENEZ *et al.*, 2012).

Não há um consenso claro sobre o que as empresas devem fazer para alcançarem a sustentabilidade, uma vez que ela pode ser alcançada de diferentes formas. Contudo, existe um consenso político e filosófico que reside em torno da necessidade de que a sustentabilidade também precisa ser desenvolvida nas as organizações públicas (MERAD *et al.*, 2014).

No geral, as iniciativas de incorporação da sustentabilidade no ambiente empresarial têm evoluído de soluções puramente "*end-of-pipe*" ou fim-de-tubo, aquelas que são assim chamadas por serem executadas somente no final do processo impactante, e tecnocêntricas, aquelas que apenas aplicam uma técnica pontual, para soluções que abrangem o sistema como um todo, envolvendo o controle de poluição, gestão de produto, tecnologia limpa, e também abordagens de interesse social, desenvolvidas especificamente para o contexto empresarial (LOZANO, 2012).

A teoria da sustentabilidade no contexto empresarial tem abraçado três aspectos distintos, mas inter-relacionados nas dimensões, econômicas, sociais e ambientais, abrangendo assim questões de negócios mais amplas (CARVALHO *et al.*, 2013).

Evidências sugerem que o mundo em seus vários ecossistemas e áreas geopoliticamente definidas, está em uma trajetória insustentável. Portanto, o desenvolvimento sustentável não é uma escolha, nem apenas uma necessidade reconhecida como o tema do momento atual, mas é um dos maiores desafios do contexto antropocêntrico da chamada "Era do homem" (WU, 2013).

Diante desse desafio, a sustentabilidade é encarada como a habilidade ou capacidade de adaptar a organização ao ecossistema para em certo tempo preservar e manter um capital crítico (MERAD *et al.*, 2014). Assim, o termo sustentabilidade integra responsabilidade social, ambiental e econômica e deve ser usado para ampliar a perspectiva da gestão ambiental incluindo o lucro, as pessoas e o planeta na cultura corporativa, na estratégia e nas operações, o que corresponde a uma linha de pensamento chamada de *Triple-Bottom-Line* (GIMENEZ *et al.*, 2012).

O *Triple-Bottom-Line* (TBL) foi conceituado por Elkington (2004) e divulgado pelo relatório *Bruntland*, que desafiou o mundo a desejar um futuro no qual as ameaças de destruição do meio ambiente sejam minimizadas e a humanidade desfrute de estabilidade econômica e igualdade social ao longo de suas gerações (CHRISTOFI *et al.*, 2012). Esse conceito tem sido utilizado pelas empresas como uma forma de avaliar sua interação com esses três pilares que a sustentabilidade deve integrar que são o econômico, o social e o ambiental (CARVALHO *et al.*, 2013). Essa ideia de sustentabilidade empresarial baseada no crescimento equilibrado desses três aspectos ou dimensões foi promovida pela Conferência sobre Meio ambiente e Desenvolvimento, Rio de Janeiro 1992 (CHRISTOFI *et al.*, 2012).

As empresas terão de abandonar sua estratégia tradicional, focada essencialmente nos lucros e no desempenho financeiro, e apresentar uma visão alternativa que dê mais atenção aos interesses dos seus *stakeholders* em relação a interação das diversas atividades empresariais com os três pilares abordados pelo TBL, medindo, analisando e comunicando ao mesmo tempo seus desempenhos sociais, econômicos e ambientais (ESTEVES et al., 2012).

Para expandir seu objetivo econômico tradicional, que é a maximização da riqueza dos acionistas, as empresas voluntariamente passaram a adotar iniciativas que permitam incluir elementos ambientais e sociais. Por conseguinte, a sustentabilidade empresarial fazendo uso da abordagem TBL, expandiu seu escopo para uma perspectiva sistêmica buscando diminuir práticas comportamentais antiéticas ou detectar, de imediato, os primeiros sinais de necessidade de intervenção ou correção. Assim, o aspecto econômico não será comprometido pelos gastos, mas sim complementado ao longo do tempo pelos outros dois objetivos, para que a riqueza dos acionistas seja maximizada (CHRISTOFI et al., 2012).

A perspectiva sistêmica propõe dois níveis de equilíbrios dinâmicos e simultâneos, o primeiro nível ocorre pela interação das três dimensões do TBL tendo indicadores apropriados para cada uma das dimensões conforme o Quadro 1. O segundo nível incorpora uma quarta dimensão, o tempo, no qual o primeiro nível interage a curto e longo prazo relacionando as dimensões do presente com o futuro (LOZANO, 2012).

Quadro 1 – Indicadores de desempenho para as dimensões da sustentabilidade na perspectiva sistêmica

Dimensões	Indicadores
Ambiental	Custo ambiental, despesas de proteção, emissões e efluentes (incluindo gases de efeito estufa), energia, ruído, resíduos e reciclagem, água e tratamento de esgoto, uso e recuperação do solo, biodiversidade e certificações.
Econômica	Formação de capital, depreciação, reservas de capital, patrimônio líquido (ativos e passivos) e poupança, presença de mercado, clientes, lucros, criação e aumento de valor, acionistas, aquisições e patentes, propriedade intelectual.
Social	Valor do capital social e humano, orçamentos de tempo, indicadores sociais, salário, horas de trabalho, benefícios, desenvolvimento, educação e formação, direitos humanos; saúde e segurança, financiamento político, o voluntariado e filantropia, comunidades e produtos.
Interconexões	Ecoeficiência, ganhos, comunidades e meio ambiente.

Fonte: Lozano (2012)

A interação dinâmica que ocorre entre essas dimensões econômicas, ambientais e sociais corresponde a um primeiro nível de equilíbrio da sustentabilidade. A proporção que o tempo passa e o equilíbrio se mantém a curto, médio e longo prazo, o primeiro nível de equilíbrio

interage com um segundo nível de equilíbrio na dimensão tempo e permite que as outras três dimensões relacionem o presente com o futuro (LOZANO, 2012).

Geralmente as ações resultantes da atividade produtiva de uma empresa são aceitas ou recusadas com base em um certo sistema de normas social, valores e crenças. Essa é a principal razão pela qual as empresas decidem participar de iniciativas de sustentabilidade, como forma de buscar antecipar-se a restrições obrigatórias e superar a pressão regulatória imposta pelo público desse sistema e pelas autoridades ambientais (HOOFF; THIELL, 2015). Por isso ao longo da última década, tanto as organizações lucrativas como as sem fins lucrativos desenvolveram negócios sustentáveis com maior atenção para os aspectos ambiental, econômico e da responsabilidade social corporativa (AGERON *et al.*, 2012).

Essa atenção expressa por meio de suas iniciativas de sustentabilidade oferece às empresas uma oportunidade de interagir de forma proativa com os reguladores do sistema, o que pode ser especialmente relevante para aquelas empresas que são mais susceptíveis de serem monitoradas e possivelmente afetadas por decisões governamentais (HOOFF; THIELL, 2015).

São vários os benefícios que a sustentabilidade traz para o aspecto ambiental, redução do desperdício, da poluição, das emissões, do consumo de materiais perigosos e tóxicos, da frequência de acidentes ambientais além do aumento da eficiência energética (GIMENEZ *et al.*, 2012).

Os reguladores ambientais (governo e políticos) perceberam que em decorrência de seus benefícios, ao longo do tempo, a sustentabilidade tem estado no desejo das empresas, dos investidores e dos cidadãos comuns que estão cada vez mais preocupados com os perigos potenciais e consequências de sua ausência (CHRISTOFI *et al.*, 2012).

Várias lições podem ser aprendidas a partir de alguns esforços de negócios sustentáveis. Por exemplo, focar no impacto corporativo do meio ambiente natural pode ser altamente rentável uma vez que clientes, especialmente as grandes empresas, tendem a ser menos sensíveis aos preços quando um produto demandado possui uma menor “pegada de carbono”, pois em todos os setores, a pegada de carbono está se tornando o critério no processo de tomada de decisão dos clientes (HØGEVOLD; SVENSSON, 2012).

Apesar dos esforços das empresas e das ferramentas disponíveis, poucas empresas têm relativamente incorporado e institucionalizado a sustentabilidade com sucesso em seus sistemas e em sua cultura. As que fizeram isso foi por meio de "caixas pretas" da gestão superior, que abordam tangencialmente seus sistemas organizacionais e poucos sabem a seu respeito (LOZANO, 2012).

No setor público, uma das dificuldades é a incoerência na forma de definir sustentabilidade. Uma mistura de diretrizes, normas e definições decorrentes de uma variedade de disciplinas científicas cria uma visão reducionista de sustentabilidade que se limita a definir os critérios de algumas metas (por exemplo, reduzir o CO₂ em 20% em 2015) ou consiste numa mera obediência cega a determinados procedimentos e regulamentos (MERAD *et al.*, 2014).

Para alcançar o sucesso na incorporação da sustentabilidade se requer das organizações uma padronização e aplicação de normas contábeis, que atendam plenamente sua finalidade, de acordo com a boa interação dos pilares da abordagem TBL, pois enquanto as pernas ambiental e social do tripé forem vistas como subserviente ao objetivo tradicional da rentabilidade empresarial, a maximização da riqueza dos acionistas será uma falsidade e a sustentabilidade continuará sendo vista como um custo para a empresa, e não como uma oportunidade de gerenciamento de riscos financeiros, ambientais e sociais de longo prazo (CHRISTOFI *et al.*, 2012).

Essa ideia concorda com aqueles que afirmam que o principal desafio para este século é criar uma economia global sustentável e uma sociedade apoiada por organizações não apenas sustentáveis em si, mas também sustentáveis em relação a seus impactos na sociedade e na biosfera (ESTEVES *et al.*, 2012).

Do ponto de vista da abordagem TBL, o grande desafio para a sustentabilidade, é entender e moldar a relação dos componentes dentro e entre cada uma das três dimensões, podendo essa relação ser: Fraca, quando permite a substituição mútua entre capital natural e produzido enquanto o sistema está em equilíbrio. Forte, quando as atividades econômicas e sociais são limitadas pelo meio ambiente, ou seja as necessidades humanas são satisfeitas enquanto a integridade ambiental é assegurada. Extremamente Forte, quando a natureza não deve ser substituída mesmo quando ela possa ser (WU, 2013).

Assim sendo, os princípios da sustentabilidade apoiam a ideia de que a empresa deve beneficiar não apenas o meio ambiente, mas também incluir todos os seus *stakeholders*, de modo que de uma perspectiva corporativa o resultado da empresa é avaliado não só em termos de contabilidade, mas também de acordo com os aspectos das dimensões descritas a seguir (CARVALHO *et al.*, 2013):

- Econômica: A sustentabilidade econômica, no nível de fábrica, é geralmente bem compreendida e tem sido operacionalizada como custos de produção ou de fabricação (GIMENEZ *et al.*, 2012). Um sistema economicamente sustentável deve ser capaz de produzir bens e serviços continuamente, e deve ter medidas e políticas que tendem a incluir as questões e conceitos ambientais e sociais (CARVALHO *et al.*, 2013). Os planos

e atividades que integram essas questões a fim de melhorar o desempenho ambiental e social da empresa e de seus fornecedores e clientes não podem comprometer sua performance econômica (GIMENEZ et al., 2012), mas deve ter uma gestão mais eficiente dos recursos naturais, de forma a garantir uma exploração sem provocar o desaparecimento desses recursos, por meio da inclusão e atribuição de um valor econômico aos elementos naturais (CARVALHO et al., 2013). Outros aspectos econômicos podem ser categorizados em fatores microeconômicos, como custo ou lucro e receita e métricas macroeconômicas, incluindo o produto interno bruto ou taxa de crescimento, bem como a produtividade do trabalho, a concentração do mercado, ou a dependência das importações ou do desenvolvimento macro-econômico global (BRANDENBURG et al., 2014).

- Ambiental: A sustentabilidade ambiental, ao nível de chão de fábrica, relaciona-se com o uso de energia, outros recursos e com a “pegada ecológica” deixada como resultado das operações das empresas. Refere-se a redução de: resíduos, emissões, poluição, consumo de materiais perigosos / prejudiciais / tóxicos, diminuição na frequência de acidentes ambientais, e aumento da eficiência energética (GIMENEZ et al., 2012). Um sistema ambientalmente sustentável deve manter estável sua base de recursos, de maneira a evitar a sobre-exploração dos recursos renováveis e o esgotamento dos não-renováveis. O sistema deve ter a capacidade de se relacionar com os ecossistemas de forma sustentável a manter as condições de vida das pessoas e outros seres vivos (CARVALHO et al., 2013).

Aspectos ambientais compreendem fatores orientados a entrada do sistema produtivo, incluindo fontes de energia renováveis, recursos naturais, água e consumo de energia, ou a qualidade da água. E também fatores orientados para a saída do sistema produtivo, como resíduos, efluentes, emissões e a poluição decorrente deles. Além disto, os fatores ecológicos podem ser distinguidos em impactos ambientais decorrentes de operações normais, de falhas, e de implantação (BRANDENBURG et al., 2014).

- Social: A sustentabilidade social muda o foco para ambas as comunidades internas (funcionários) e externas das organizações (fábricas), passando a oferecer oportunidades equitativas, a encorajar a diversidade, a promover a conectividade dentro e fora da comunidade, a garantir a qualidade de vida e a proporcionar processos democráticos e gestão responsável. Essa gestão com responsabilidade social é uma forma de melhorar a reputação empresarial na sociedade (GIMENEZ et al., 2012).

Um sistema socialmente sustentável deve alcançar a equidade de distribuição, a prestação

adequada de serviços sociais (incluindo saúde e educação), equidade de gênero e responsabilidade política e participação (CARVALHO et al., 2013).

Aspectos sociais específicos estão relacionados a fatores internos, como os salários, funcionários ou relações de gênero emprego e, além disso, apontam para influências externas, incluindo as necessidades individuais do cliente e requisitos, aceitação social e contribuição para o emprego, ou o crescimento populacional (BRANDENBURG et al., 2014).

A maioria dos cientistas naturais e sociais defendem que, sem um meio ambiente saudável, a manutenção do desenvolvimento econômico e social a longo prazo é impossível e muito menos o crescimento econômico (WU, 2013).

Uma sustentabilidade forte tem que ser coerente com a abordagem do TBL porque para alcançar o equilíbrio entre as três dimensões da sustentabilidade faz-se necessário criar situações do tipo ganha-ganha, que devem ser baseadas na suposição de que as diferentes formas de capital se complementam e devem receber ênfase proporcional. Representa uma expressão de precaução da noção Brundtland e do paradigma de um ecossistema de serviços cada vez mais centrado na influência da sustentabilidade (WU, 2013).

O Relatório Brundtland reconheceu que para satisfazer as suas necessidades os seres humanos dependem do meio ambiente e que o bem estar da sociedade está associado ao equilíbrio entre ecologia e crescimento econômico (CHRISTOFI *et al.*, 2012).

Uma concepção moderna e sistêmica de meio ambiente que tem com base a cultura de responsabilidade social e princípios éticos no desenvolvimento de negócios proporciona apoio para a sustentabilidade empresarial nos níveis físicos, sociais e econômicos (ESTEVES *et al.*, 2012). Esse apoio é obtido por meio de uma série de ferramentas e abordagens desenvolvidas para permitir que se vá além da conformidade legal e se consiga uma orientação mais sustentável. Apesar do que, a maioria dos esforços corporativos em sustentabilidade, focam na relação entre as dimensões econômica e ambiental, e se concentram principalmente em rígidas questões tecnocêntricas, como a redução dos impactos, ou melhorar a eficiência e eficácia por processos individuais ou empresariais (LOZANO et al., 2014)

O desenvolvimento do tema sustentabilidade vem se expandindo exponencialmente desde a década de 1980, a ponto da proliferação do termo fazer com que frequentemente seu uso seja vago em relação a real necessidade de preservação do meio ambiente (WU, 2013).

De acordo com a Comissão Mundial do Meio ambiente e Desenvolvimento (*WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT*, 1987), desenvolvimento sustentável consiste na exploração harmoniosa dos recursos, do direcionamento dos

investimentos, da orientação do desenvolvimento tecnológico e das mudanças institucional, buscando melhorar tanto no presente quanto no futuro o potencial de satisfazer as necessidades humanas (SILVESTRE; SILVA NETO, 2014).

O caminho rumo ao desenvolvimento sustentável requer ações das empresas e dos indivíduos, que idealmente melhore a qualidade de vida de cada indivíduo na terra sem desperdiciar recursos do meio ambiente além de sua capacidade. Definição de políticas, mudanças de práticas de produção, busca de formas inovadoras de ser rentável e a mudança do comportamento de consumo são exemplos de ações que melhoram o desempenho ambiental e a qualidade de vida (UNEP, 2002).

Historicamente a gestão ambiental (GA) tem se desenvolvido desde quando os problemas ambientais começaram a ser divulgados na mídia e despertaram a preocupação humana. Dois exemplos famosos dessa divulgação são o livro “*Silent Spring*” (Primavera Silenciosa) de Rachel Carson, publicado em 1962 para destacar o perigo dos pesticidas agrícolas para o ambiente e a saúde humana, o outro exemplo é o relatório apresentado pelo Clube de Roma (1968), intitulado “Os Limites do Crescimento” e publicado em 1972 (ROMÁN NÚÑEZ; CUESTA MORENO, 2016).

Por conta das preocupações ambientais surge o termo desenvolvimento sustentável (DS), cuja aparição é testemunhada pela Carta Mundial para a Natureza (ONU, 1982). As preocupações foram melhor abordadas no relatório “Nosso Futuro Comum” (WCED, 1987) e desenvolvidas em 40 capítulos da “Agenda 21” do encontro da Cúpula da Terra em 1992 (ONU, 1992). Isso pode ser visto como uma tentativa bem-sucedida de conciliar as duas posições aparentemente contraditórias: o crescimento económico duradouro e a proteção eficaz do ambiente e dos recursos naturais. Após isso, a Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Social, em Copenhague, em 1995 (ONU, 1995) salientou o papel fundamental do DS de garantir o desenvolvimento social global e eficaz, acrescentando o "terceiro pilar" na definição de DS, fato endossado pela Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável em Johannesburgo, em 2002 (ONU, 2002) e muitas declarações e documentos subsequentes foram totalmente abraçados pela Rio + 20 em seu documento final "O Futuro que Queremos" (ONU, 2012) (HÁK *et al.*, 2016).

Desde então, a Gestão ambiental só tem se desenvolvido e deve incluir no mínimo 3 dimensões fundamentais em sua estrutura que são: os agentes ou questões a serem tratadas; As empresas e as suas características institucionais que executarão a GA; e o contexto ou área a ser beneficiada pela GA. Por meio de sua estrutura de GA, uma empresa tem a capacidade de responder às exigências ambientais do governo ou e do público geral (NGUYEN *et al.*, 2015).

Ao mesmo tempo, as mudanças nas leis e regulamentos que regem o meio ambiente, juntamente com a pressão crescente e demandas dos *stakeholders* resultaram em empresas que desenvolvem uma maior responsabilidade ambiental (MARTÍNEZ-JURADO; MOYANO-FUENTES, 2013).

A gestão ambiental é regida por diversos instrumentos que definem de maneira formal e informal quais as “regras do jogo” que são fundamentais para a escolha das práticas de gestão ambiental a ser adotada por parte das empresas. As regras formais envolvem governos nacionais, organizações internacionais e agências relacionadas ao meio ambiente para criarem instrumentos institucionais como constituições, leis e regulamentos, licenças, inspeções e penalidades. Por outro lado, os instrumentos informais ocorrem por conta de restrições impostas pela cultura, ética, convenções, normas de comportamento e códigos de conduta. Juntos, tais instrumentos influenciam o comportamento das empresas em relação ao desempenho ambiental, geralmente medido pelo nível de emissões de poluentes (DING *et al.*, 2016).

A emissão de poluentes tem produzido um dos maiores desafios da humanidade, que consiste em criar sistemas de produção e consumo que tenham baixo impacto sobre os recursos naturais, que contemplem a dinâmica social e não coloquem em risco a continuidade da vida humana nem o equilíbrio do organismo vivo chamado planeta Terra. Portanto, a humanidade precisa mudar a lógica do estilo de vida das civilizações para diminuir os impactos ambientais que são também problemas sociais e, portanto, precisam de uma melhor compreensão dessa complexa relação entre seres humanos e natureza (HÁK *et al.*, 2016).

É pelo processo de produção que as empresas industriais alcançam o objetivo fundamental do desenvolvimento econômico. Contudo, esses processos geraram uma quantidade significativa de poluição ambiental. A gestão ambiental é o meio pelo qual as empresas industriais alcançam o DS no seu processo de produção, podendo obter benefícios financeiros com a reciclagem e economia de materiais intermediários. Essas economias são geralmente menores do que os custos de redução da poluição e isoladamente podem não estimular a adoção de medidas de GA. Contudo, quando as empresas compreendem que podem obter competitividade no mercado e lucro por meio da GA e receber seus benefícios tornam-se dispostas a promover as atividades da GA (FUJII; MANAGI, 2015).

Pressões externas desempenham um papel regulador importante ao motivarem as empresas a adotarem práticas de gestão ambiental que incluam sistemas socialmente construídos de normas, valores, crenças e definições. Elas podem afetar negativamente o desempenho da empresa por meio de penalidades e multas sobre aquelas que não respeitam tais pressões. Por outro lado os programas ambientais, concessões, parcerias, etc., influenciam

positivamente trazendo benefícios para as empresas que se comprometem com estratégias ambientais pró-ativas (AGERON *et al.*, 2012).

Para contribuir e auxiliar as empresas a desenvolverem e a praticarem atitudes proativas que permitam alcançar um melhor desempenho ambiental, foram desenvolvidos alguns métodos, abordagens, ferramentas, e filosofias dentre outros, sendo alguns deles: *Life Cycle Assessment* (LCA) ou Análise do Ciclo de Vida (ACV); *Green Design* (GD), *Eco Design* ou Projeto Verde (PV); *Environment Management System* (EMS) ou Sistemas de Gestão Ambiental (SGA); ISO 14001 (2015) – norma para Sistemas de Gestão Ambiental mais utilizada em todo mundo; *Green Supply Chain Management* (GSCM) ou Gerenciamento Cadeia de Suprimento Verde (GCSV) e *Cleaner Production* (P+L).

Life Cycle Assessment (LCA) ou Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) é um método que faz uso de técnicas para identificar, avaliar e reduzir os efeitos ambientais adversos associados a um sistema de ciclo de vida de um produto desde sua produção até o seu fim ou descarte. As entradas e saídas de materiais e energia são traçadas a partir da aquisição de matérias-primas, passando pela fabricação, uso e aposentadoria do produto para o destino final de descarte como resíduo lançado ao meio ambiente (BABAIZADEH *et al.*, 2015).

Esse método surgiu como a ferramenta analítica mais abrangente para avaliar o perfil ambiental de um produto, calculando as emissões, o consumo de matéria-prima, os impactos relacionados a saúde humana e ao meio ambiente, e a depreciação das fontes de recursos associadas com qualquer bem ou serviço ao longo de seu ciclo de vida (ISO, 2006).

É uma valiosa ferramenta para quantificar os benefícios e os impactos do processo produtivo e permitir, por meio da modificação de processos, a seleção das melhores técnicas disponíveis para prevenir e / ou reduzir as emissões criadas pelas operações de fabricação (YILMAZ *et al.*, 2015).

Uma ideia importante provida por essa ferramenta é o conceito de ciclo de vida, que consiste em acompanhar ao longo de sua vida os efeitos do produto sob a orientação do Desenvolvimento Sustentável. Sua abordagem sistêmica é valiosa para identificar oportunidades de melhoria na economia financeira, no desempenho ambiental e na produção (CABEZA *et al.*, 2014; DONG; NG, 2015).

Green Design refere-se a práticas que são destinadas para produzir produtos cujo impacto ambiental agregado é tão pequeno quanto possível. Faz parte das abordagens classificadas como tecnologias limpas ou verdes e consiste em conceber produtos e processos que levem em consideração o impacto ambiental que causam, necessitando para isso de uma clara estratégia

de sustentabilidade, sem a qual a aplicação dessa prática será ainda mais desafiadora (JAYARAM; AVITTATHUR, 2014).

Projetos concebidos com a utilização do *Green Design* geram produtos melhores, no que diz respeito a serem menos perigosos ao homem e ao ambiente, mais ecológicos e orgânicos, consumindo menos embalagens e gerando menos emissões em seu processo produtivo (SUBRAMANIAN; GUNASEKARAN, 2014). Isso graças a sua essência que consiste nas ideias de usar menos para produzir mais, sujar menos, garantir o verde, diferenciar o produto e produzir de forma eficiente (TU; HUANG, 2015). Contudo, os atuais desafios do *green design* são a falta de padrões globais de sustentabilidade e de processos de fabricação de baixo custo (BASK *et al.*, 2013).

Environment Management System (EMS) é um processo sistemático destinado a gerir os impactos ambientais de um negócio e reduzir o risco ambiental associado a atividades empresariais (ZHANG *et al.*, 2014).

De um modo geral, os Sistemas de Gestão Ambiental essencialmente destinam-se a conciliar o crescimento econômico com questões ambientais, seguindo um eficiente padrão estrutural promovidos pela norma da ISO 14001, para administrar a empresa de forma mais ampla, incluindo estrategicamente em sua gestão, sistemas de qualidade, saúde e segurança no trabalho (FERENHOF *et al.*, 2014).

A ISO 14001 (Sistema da gestão ambiental: requisitos com orientações para uso) é uma norma internacional emitida pela *International Organization for Standardization* (Organização Internacional de Normalização), a qual é utilizada como padrão de referência para se adquirir, implementar e manter um sistema de gestão ambiental, sendo em si mesma o SGA mais utilizado em organizações de áreas e portes variados (ALMEIDA, A. N. DE *et al.*, 2014). É por meio dessa norma que uma organização pode controlar e melhorar de forma sistemática o seu desempenho ambiental com o nível que planejou para si (DADDI *et al.*, 2015).

Como seu próprio título diz, a norma possui padrões de requisitos que devem ser sistematicamente contabilizados e apresentados em relatório, com base em um modelo, para auditoria de desempenho, como condição necessária para uma organização obter a certificação (GRANLY; WELO, 2014).

O desejo das empresas de melhorar a sua produtividade e seu desempenho econômico no nível requerido pelas demandas do mercado e dos órgãos regulamentadores do meio ambiente tem encontrado suporte na adoção de Sistemas de Gestão Ambiental padronizados pela ISO 14001:2015 (PRAJOGO *et al.*, 2014).

Green Supply Chain Management (GSCM) consiste em integrar o pensamento ambiental na gestão da cadeia de suprimentos, podendo ser construído sob os pilares de um projeto de produto sustentável, fontes de material e processos de produção sustentáveis, entrega do produto final aos consumidores, operações de logística reversa e de coordenação, bem como a gestão do produto após sua vida útil. No contexto da sustentabilidade o termo também é chamado de cadeia de suprimento de ciclo fechado ou cadeia de suprimento sustentável.

Suas iniciativas mais comuns consistem na utilização de materiais ambientalmente amigáveis, no uso de critério de seleção e auditorias ambientais para fornecedores de acordo com as normas ambientais, em processo de fabricação que reutilizem resíduos por meio da reciclagem, na captura de informações e melhoria das métricas ambientais referentes à resíduos de processos e materiais recicláveis (JAYARAM; AVITTATHUR, 2014).

Dentre diversos métodos, abordagens, ferramentas, ou filosofias, essa tese se interessou pela P+L, proposta e nomeada pelo Programa das Nações Unidas para o Meio ambiente (PNUMA) (YUSUP et al., 2015). Ela age preventivamente na origem do problema eliminando os riscos antes que eles ocorram (VELAZQUEZ et al., 2014) e minimiza os impactos dos processos de produção, o que faz dela uma proposta importante para a promoção do desenvolvimento sustentável de uma sociedade (KUBOTA; ROSA, 2013). Por essas características de importância e de interesse dessa tese, seus conceitos, definições, evoluções, benefícios e práticas estão descritos com maior profundidade na próxima subseção.

2.2 PRODUÇÃO MAIS LIMPA

A P+L é uma ferramenta importante para a promoção do desenvolvimento sustentável da sociedade, por ser uma estratégia preventiva que minimiza os impactos dos processos de produção sobre o meio ambiente, além de oferecer novas oportunidades para melhoria dos negócios e da economia (KUBOTA; ROSA, 2013).

A P+L foi desenvolvida pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, como uma ferramenta básica de um programa de prevenção, a ser implementada por meio dos *Cleaner Production International Centers* (CPIC), localizados em mais de 20 países em desenvolvimento, que têm o propósito de executarem ações que permitam uma empresa qualificar-se como um eficiente usuário de matérias-primas e de energia durante o processo de produção, com o objetivo de melhorar seu desempenho organizacional e aumentar a produtividade e a competitividade (SEVERO et al., 2015).

A P+L tem sido praticada a quase 30 anos em muitos países ao redor do mundo, sendo considerada uma das mais importantes estratégias de prevenção para melhoria do desempenho ambiental das empresas industriais, por meio da redução da poluição e do aumento da eficiência dos recursos no uso de suas atividades (GUAN et al., 2014).

Historicamente, o Programa das Nações Unidas para o Meio ambiente (PNUMA) ou *United Nations Environment Programme* (UNEP), divulgou em 1989 a ideia dos princípios da *Cleaner Production* (P+L), como sendo uma estratégia aplicada na produção, processos e serviços, a fim de aumentar a ecoeficiência e reduzir os riscos para os seres humanos e o meio ambiente (UNEP DTIE, 1996).

Uma das primeiras tentativas de conceituar a P+L foi feita pelo próprio idealizador da ideia, o UNEP, que a define como uma estratégia ambiental preventiva e sistemática para continuamente evitar ou reutilizar o resíduo antes dele ser criado, e com isso reduzir a poluição e melhorar a eficiência dos recursos consumidos (UNEP, 2002).

Essa definição tem evoluído com o tempo e desenvolveu visões múltiplas de interpretações acadêmicas, que mantêm em comum o princípio de Desenvolvimento Sustentável, conforme o apanhado de definições, que mostram a evolução da P+L, feito por Silvestre & Silva Neto (2014). O quadro 2 mostra algumas dessas visões com suas respectivas definições.

Quadro 2 – Definições ampliadas da Produção Mais Limpa

Visão	Definição
Estratégia ambiental	Estratégia ambiental de aplicação contínua, integrada e preventiva aplicada a processos e produtos de forma a reduzir riscos humanos e ambientais.
Conjunto de Técnicas	Conjunto de técnicas que incluem conservação de matéria-prima e energia, eliminação do uso de materiais tóxicos e redução da quantidade de todos os tipos de emissões e resíduos tóxicos ou não.
Estratégia de Produção	Estratégia de produção que foca na redução dos impactos ambientais ao longo de todo o ciclo de vida do produto, desde a obtenção da matéria-prima até a eliminação final do produto.
Aplicação de conhecimento	Aplicação do conhecimento para produzir melhoria da tecnologia e mudanças de atitudes para alcançar a P+L.
Abordagem de Produção	Abordagem de produção conceitual e procedural na qual todas as fases do ciclo de vida de um produto ou processo devem ser endereçadas com o objetivo de prevenção ou minimização de riscos humanos e ambientais a longo e curto prazo.

Fonte: Silvestre; Silva Neto (2014)

As técnicas e as tecnologias associadas à P+L além de buscarem a eficiência no consumo dos insumos e na menor geração de resíduos, buscam principalmente facilitar a reutilização, a reciclagem de recursos e a gestão de resíduos em geral (KUBOTA; ROSA, DA, 2013).

Pesquisa e desenvolvimento é o combustível para o uso de tecnologias inovadoras como o uso de energias limpas, *green and eco design*, e processos inovadores para produção de produtos ambientalmente corretos (CARDOSO; TORKKELI, 2014).

Quatro fatores são responsáveis pelo desempenho satisfatório da inovação de produtos ambientalmente sustentável: o conhecimento do mercado e da legislação, a colaboração multifuncional, a aprendizagem orientada para a inovação (ou ciclo regenerativo) e os investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P&D) (MEDEIROS; VIDOR, 2015).

Contudo, a prática da inovação enfrenta barreiras cujas principais estão associadas a fatores de custo de aquisição e manutenção, *know-how* e aceitação do mercado em relação a preços de venda de produtos possivelmente mais elevados (COSTA-CAMPI et al., 2013).

Cada vez mais a P+L tem sido usada como uma importante parte do processo de planejamento, desenho, operação e gerenciamento em todos os setores industriais contribuindo com um melhor projeto de produto, melhor monitoramento e treinamento, e consequentemente melhor gestão combinada com as políticas governamentais, uniformemente aplicadas à todas as instalações industriais e comerciais (KLEMEŠ et al., 2012).

Nesse processo de planejamento a P+L descreve as operações de produção dando ênfase na redução do impacto ambiental dos sistemas operacionais por meio de uma melhor gestão de estratégias, métodos e ferramentas, e ao mesmo tempo motivando ações preventivas positivas e promovendo uma visão sistêmica dos recursos, produção, economia e meio ambiente (SILVESTRE; SILVA NETO, 2014).

O ganho de eficiência operacional não só melhora os aspectos econômicos e ambientais, como pode resultar em benefícios internos tais como: melhorias na saúde, segurança e produtividade dos trabalhadores, resultando em satisfação pessoal e menor absenteísmo; e benefícios externos como a redução dos riscos de saúde para a população do entorno, redução dos riscos de responsabilidade, melhorando a imagem da empresa e melhorando os relacionamentos globais com o mercado e partes interessadas (LOPES SILVA et al., 2013).

Como área de pesquisa, a P+L abrange conceitos e metodologias de diferentes disciplinas e seus esforços, muitas vezes se concentram em uma diversidade de domínios industriais e sociais a fim de compreender e gerir eficazmente o sistema global, que inclui vários processos em diferentes escalas, de modo que diferentes perspectivas ambientais, econômicas e de sustentabilidade podem ser abordadas (ALMEIDA et al., 2013).

A Comissão Mundial do Meio ambiente e Desenvolvimento ou *World Commission on Environment and Development* (WCED) tem realizado, eventos motivadores do Desenvolvimento Sustentável, nos quais organizações públicas e privadas, juntamente com a sociedade civil, têm respondido com iniciativas de responsabilidade compartilhadas com seus *stakeholder*, para implementar mudanças ambientais e sociais (SILVESTRE; SILVA NETO, 2014).

As iniciativas incluem mudanças na gestão ou nos procedimentos operacionais de forma a atribuir uma maior eficiência no uso de matérias-primas, energia e água por meio da reciclagem de resíduos e adoção de tecnologias mais limpas como a P+L (HOOF; THIELL, 2015).

Contudo, a P+L como iniciativa de resposta aos eventos da WCED, depende de alguns elementos tais como: disseminação de informações; comunicações e características organizacionais internas como compromisso, liderança, suporte, comunicação, envolvimento pessoal, e projeto do programa, tendo como questão chave da discussão, o fato do desenvolvimento econômico não poder estar desconectado das considerações ambientais e sociais, mas sim alinhado com o pensamento do triple bottom line de Elkington (SILVESTRE; SILVA NETO, 2014).

A absorção da ideia e do conhecimento para motivar e gerar soluções estruturantes em prol da P+L também depende de algumas características presentes nas empresas e nos seus gestores, tais como sector da empresa, quantidade e perfil dos gestores envolvidos, mas quando bem assimilada pode proporcionar vantagens competitivas em relação a sustentabilidade (HOOF; THIELL, 2014).

Apesar dos inúmeros esforços, não existe know-how tecnológico, ofertado de maneira satisfatória, que atenda a complexidade das indústrias no que diz respeito a necessidade de ferramentas que permitam absorver o conhecimento relativo a P+L (GUAN *et al.*, 2014).

Sendo assim, por meio de atitudes ou iniciativas próprias, com uma ênfase voluntária no desejo de reduzir os danos ambientais (HOOF; LYON, 2013), as empresas desenvolveram ao longo do tempo suas políticas ambientais, de forma semelhante a evolução do próprio conceito de P+L. Tais atitudes refletidas nas políticas ambientais das organizações são apresentadas no Quadro 3 (SILVESTRE; SILVA NETO, 2014).

Quadro 3 – Evolução do comportamento das organizações

Políticas Ambientais das Organizações
Conformidade com a regulamentação.
Antecipação a regulamentações cada vez mais rigorosas.
Desenvolvimento construtivo de novos conceitos.
Internalização do pensamento de mordomia e de ações em relação a gestão ambiental.
Integrar a P+L e a sustentabilidade em suas operações.

Fonte: Silvestre e Silva Neto (2014)

São muitos os desafios enfrentados para a implantação de conceitos que permitam a obtenção de uma produção sustentável. Os desafios enfrentados tanto no desenvolvimento quanto no monitoramento do progresso da implantação, demandam a necessidade por instrumentos metodológicos que possam determinar os custos e benefícios ambientais reais das iniciativas de P+L, bem como apoiar a tomada de decisão e identificar onde são necessárias melhorias (ALMEIDA *et al.*, 2013).

Tem havido muitos esforços para desenvolver novos métodos que motivem a adoção da P+L, e resultados positivos tanto em eficiência quanto em desempenho financeiro foram registrados quando estas práticas foram bem implementadas, pois permitem melhor desempenho das matérias-primas, conservação dos recursos econômicos e a diminuição de resíduos, resultando na melhoria das operações, da economia e da competitividade das empresas, e do desempenho ambiental (CASTILLO-VERGARA *et al.*, 2013).

Observa-se que em relação às dimensões da sustentabilidade, as iniciativas da P+L incidem mais na melhoria da dimensão ambiental, minimizando resíduos e riscos. Contudo, por influenciar na redução dos custos ou no aumento da produtividade, a dimensão econômica também é diretamente influenciada (LOZANO, 2012).

Portanto, a P+L deve ser usada para melhoria não apenas da dimensão ambiental, mas também das outras dimensões da abordagem TBL, que são a econômica e a social (HOOF; THIELL, 2014).

No setor industrial, a P+L tem apresentado uma melhoria na performance ambiental, que é alcançada por meio de um elemento de manutenção interna ou housekeeping, que permite o controle de ruídos, a melhoria do layout da planta e a implantação eficiente de técnicas de gestão. Contudo, a tecnologia por si só não é suficiente, mas requer programas de treinamento de acordo com as necessidades de cada setor, e constante avaliação do descarte de resíduos e da adequação dos insumos (energia, água, etc.) de sua planta operacional para melhoria do desempenho (SILVESTRE; SILVA NETO, 2014).

As empresas, por meio de planos nos níveis de operação, coordenação e comunicação, podem até mostrar que possuem intenções voltadas para uma produção que seja mais limpa, mas isso não necessariamente assegura a implantação da estratégia, sendo necessário ações com as respectivas habilidades requeridas pela P+L, para que as rotinas intencionadas sejam efetivamente realizadas (HOOF; THIELL, 2014).

Implantar a P+L, implica em enfrentar oposição de uma ampla faixa de barreiras que têm sido identificadas, como inovação tecnológica, estratégias de gestão, ambiente de mercado e características organizacionais que segundo Guan *et al.* (2014) precisam ser analisadas sob a ótica das necessidades das empresas como uma forma de obter êxito na implantação.

A prioridade da P+L, é eliminar e/ou minimizar, na fonte, os resíduos e as emissões geradas, em vez de corrigi-los no final do processo, por meio de dois métodos gerais: Mudança no produto ou mudança no processo (TRIGUERO *et al.*, 2014). Essa prioridade permite uma utilização mais eficiente dos recursos naturais (matérias-primas, energia e água) e a redução da geração de resíduos e emissões, cujo desempenho pode ser medido por meio da ecoeficiência como indicador (KAMANDE; LOKINA, 2013).

Ecoeficiência é uma medida da eficiência econômica e ecológica das empresas, obtida na relação de mais saídas, com menos insumos, poluição e resíduos. É alcançada pela prevenção das perdas de materiais, água e energia na origem, reduzindo os custos de funcionamento e melhorando o perfil ambiental dos produtos e da competitividade das empresas. A ecoeficiência é particularmente útil para pequenas e médias empresas, e faz uso de ferramentas como a P+L para serem alcançadas (HENRIQUES; CATARINO, 2014).

A P+L é definida e compreendida como uma abordagem sistematicamente organizada para as atividades de produção, com efeitos positivos sobre o meio ambiente devido a utilização mínima dos recursos, a melhoria da ecoeficiência e a redução de resíduos com riscos para os organismos vivos (SILVESTRE; SILVA NETO, 2014).

A P+L promove o desenvolvimento sustentável em empresas, disseminando a filosofia da ecoeficiência e servindo de ferramenta sistemática para aumentar a competitividade, inovação, responsabilidade social e ambientais. A implantação da P+L, de acordo com o Centro Nacional de Tecnologias Limpas (2002), requer um meio de monitoramento de indicadores ambientais e de processo, e fornece resultados relacionadas a ecoeficiência dos recursos, levando a uma maior compreensão da gestão da empresa. O CNTL disponibiliza uma metodologia da WCED para a implementação do seu programa de P+L que segue cinco etapas distintas a saber: i) planejamento e organização, ii) atividades de pré-avaliação e diagnóstico; iii) processo de avaliação do programa de P+L, iv) estudos de viabilidade técnica, econômica e

ambiental, e v) implementação e plano de continuidade (SEVERO *et al.*, 2015; RIBEIRO MASSOTE; MOURA SANTI, 2013). Essas etapas da metodologia da WCED compreendem as seguintes metas a serem alcançadas (CNTL, 2015):

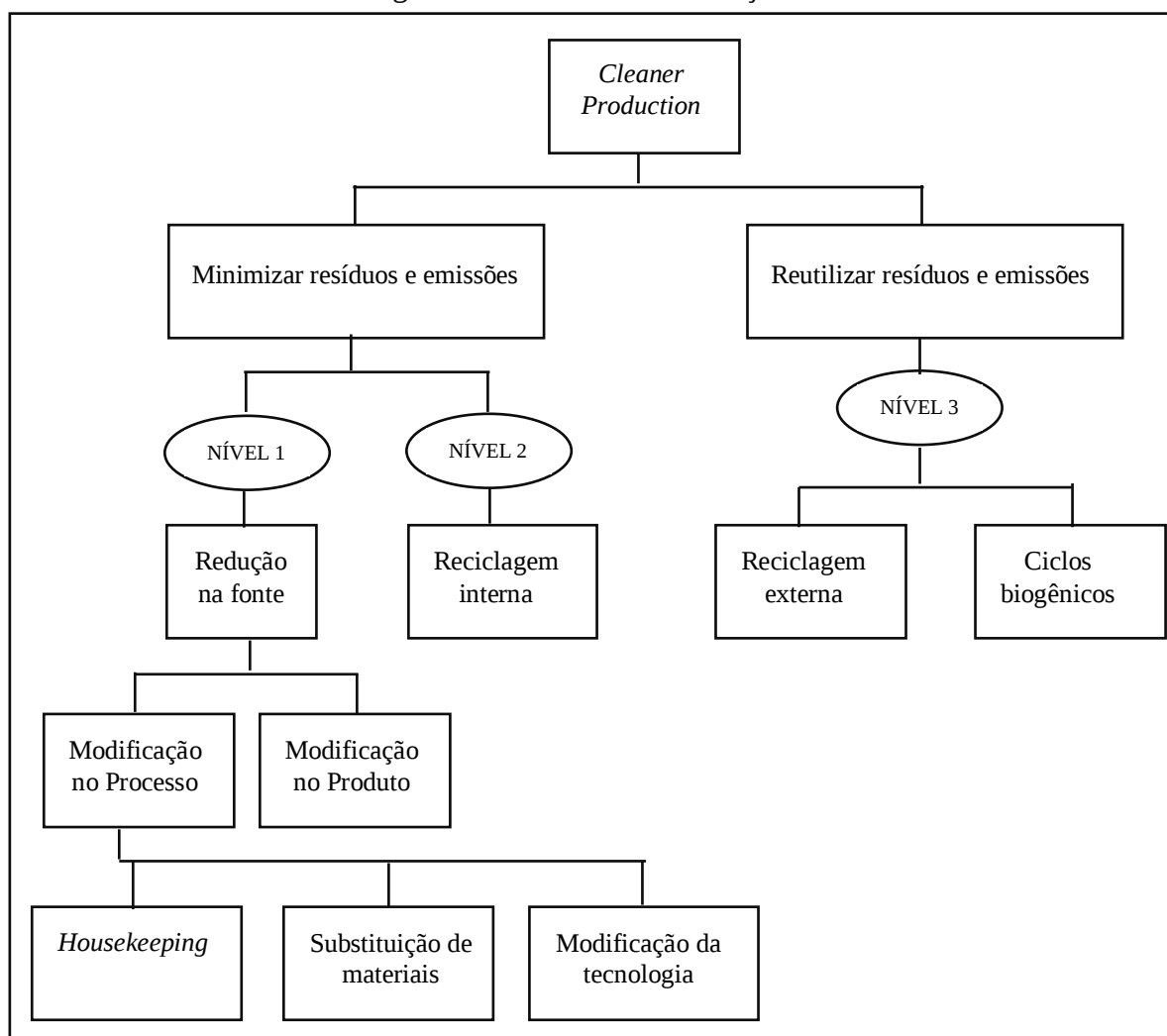
- Compromisso gerencial que requer do proprietário da empresa ou da direção da gestão que haja compreensão e entendimento para que todos os funcionários sejam informados sobre a implementação do programa de P+L e estejam envolvidos;
- Identificação de Barreiras que possam comprometer o sucesso da implementação como por exemplo a falta de compromisso gerencial;
- Estudo da abrangência para definir as fronteiras de atuação;
- Formação do Ecotime por pessoas com o devido conhecimento de P+L e capacidade de decisão, para impregnar a metodologia e a execução em toda a empresa;
- Construir o fluxograma do processo com suas entradas de insumos e saídas de produtos e resíduos e emissões;
- Diagnóstico ambiental do processo para análise dos resíduos e emissões focando na quantidade e toxicidade dos resíduos gerados e das matérias-primas consumidas, regulamentos legais de uso de materiais e descarte de resíduos, e nos custos das possíveis punições das agências ambientais;
- Seleção de foco da avaliação como o que se quer reduzir, minimizar ou evitar e quais indicadores devem ser usados;
- Análise das quantidades de entrada e saída de materiais para confrontar consumo com resíduos;
- Identificação das causas de geração de resíduos ou da poluição;
- Identificação das oportunidades de aplicação da P+L para minimização ou reutilização de resíduos e emissões;
- Avaliação técnica, econômica e ambiental do processo, produto e materiais;
- Priorização de oportunidades viáveis onde se escolhe a opção que oferece para empresa a melhor condição técnica, com os mais elevados benefícios ambientais e econômicos;
- Plano de implementação e monitoramento a ser iniciada pelas opções mais simples e menos onerosas; e
- Plano de continuidade para manter, monitorar e dar continuidade ao programa de P+L.

Os fundamentos da P+L atendem a preocupação com a sustentabilidade ambiental, buscando alcançá-la por meio da identificação das oportunidades de intervir nos resíduos em 3 níveis: redução dos resíduos na fonte; reciclagem e reutilização, ao longo das operações da empresa (KHALILI, NASRIN R *et al.*, 2015). Esses níveis de intervenções, aplicados por meio

da estratégia de P+L nas oportunidades identificadas, são graficamente apresentados pela Figura 4 elaborada segundo o CNTL (2014).

Segundo Denham *et al.* (2015), no nível 1, as mudanças no processo industrial da empresa para reduzir o impacto por quilograma (kg) de produto são referenciadas nas seguintes categorias: *housekeeping*, mudança das práticas existentes ou introdução de novas formas de operação, manutenção e limpeza de equipamentos e disposições adequadas para evitar derramamentos e incentivar boas atitudes no local de trabalho; substituição de matéria-prima por materiais ambientalmente amigáveis, menos nocivos de qualidade mais elevada com vista a reduzir a quantidade / toxicidade dos resíduos gerados pelo processo; e modificação tecnológica para aumentar a eficiência que consiste na substituição da maneira de fazer ou substituição de equipamentos a fim de minimizar o desperdício e a geração de emissões durante o processo de produção.

Figura 4 – Níveis de intervenções da P+L



Fonte: CNTL (2014)

Quanto ao produto, sua modificação envolve a alteração do produto, a fim de reduzir o desperdício e consumo de material durante e aumentar a capacidade de reciclagem do mesmo na produção, utilização e eliminação ou seja, durante o ciclo de vida do produto.

No nível 2, a reciclagem compreende a recuperação e reutilização de energia e de materiais desperdiçados, de maneira interna a empresa por conseguir a reintrodução dos mesmos no ciclo do processo de produção, ou por encontrar um novo uso para o resíduo. Agindo dessa forma preventiva evita que qualquer tipo de resíduo seja gerado e possa causar impactos ambientais indesejáveis (HULTMAN; CORVELLEC, 2012).

No nível 3, a reciclagem ocorre por intermédio de outras empresas que usam os resíduos da empresa anterior como material estruturante ou como matéria-prima para seus próprios produtos.

Os programas de P+L são uma ferramenta para alcançar a ecoeficiência, podendo resultar em grandes reduções tanto de material, como de desperdício de água e de energia. Identificação de oportunidades dentro dos processos de fabricação para implementá-los minimiza os impactos ambientais e perdas financeiras. Os ganhos financeiros resultantes desses programas e da proteção do ambiente são um fator crucial para a adoção da P+L pelas empresas em geral (RIBEIRO MASSOTE; MOURA SANTI, 2013).

A poluição ambiental é um resultado do uso "ineficaz" de matérias-primas, produtos ou subprodutos. As alternativas orientadas prevenção como os programas de P+L visam a melhoria na concepção, produção, entrega, uso, gestão final de produtos, serviços e processos, bem como geram benefícios ambientais a partir da redução de recursos nos processos industriais, tais como a eficiência energética, uso eficiente da água, redução de resíduos e reciclagem (HOOF; LYON, 2013).

Devido ao aumento da demanda e a crescente escassez de recursos, o uso eficiente de materiais tem se tornado cada vez mais importante como estratégia operacional. Então cada vez mais se requer, nas várias etapas de produção da manufatura, sustentabilidade em termos de menor utilização de recursos, incluindo a energia, produtos químicos e água, e uma menor geração de resíduos e emissões (KURDVE *et al.*, 2014).

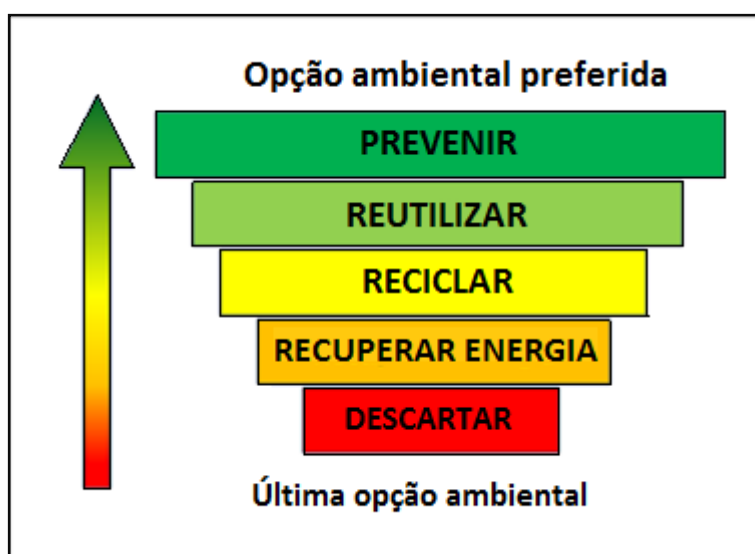
A gestão de resíduos é inspirada pela “hierarquia dos resíduos”, uma influente filosofia usada na gestão de resíduos e de recursos que prioriza práticas que vão desde a prevenção de resíduos até o descarte para aterro. A filosofia consiste na maneira pela qual os resíduos são tratados em função de uma hierarquia de um conjunto de opções ordenadas em função do benefício ambiental obtido com preferência da opção escolhida. Essa hierarquia de resíduos

tem tido uma importante influência como um guia para a gestão de resíduos, por ter recebido amplo apoio da maioria dos países desenvolvidos (EWIJK; STEGEMANN, 2014)

A hierarquia dos resíduos orienta a forma preferencial de tratamento de resíduos por meio de opções que reduzem os impactos ambientais na medida que se escolhe uma opção mais elevada na hierarquia, que vai da pior para a melhor opção em termos de benefício ambiental. As opções são: descarte no aterro sanitário, deve ser evitada e escolhida apenas em último caso; recuperação da energia, compreende usar o resíduo como fonte energética; reciclagem, recupera a parte útil dos resíduos para reintroduzi-la novamente no ciclo de produção; reutilização, atribui um novo uso ao resíduo; prevenção, evitar que qualquer tipo de resíduo seja gerado e possa causar impactos ambientais, sendo assim a melhor opção ambiental (HULTMAN; CORVELLEC, 2012).

A Figura 5 mostra a hierarquia a partir da descrição de Ewijk, Stegemann (2014) e Knauf (2015).

Figura 5 – Hierarquia dos resíduos



Fonte: Adaptado de Ewijk, Stegemann (2014); Knauf (2015)

Para subir na hierarquia dos resíduos é necessário não apenas intervenções que busquem a prevenção de resíduos, e medidas de desempenho de recuperação de energia dos resíduos e de reciclagem, mas a constante comparação dos resultados das intervenções preventivas, em relação ao futuro, com as intervenções já estabilizadas. A opção de reutilização, entendida por meio do manejo, conservação e preservação para sustentar e cuidar das coisas que já se tem, ou encontrar novos usos para eles, está intimamente ligada a promoção de uma cultura de consumo sustentável, que se opõe ao atual modelo de consumo da "sociedade descartável" (GREGSON *et al.*, 2013)

A União Europeia (EU, 2008) definiu por meio da legislação um quadro jurídico sobre a forma pela qual os Estados-Membros devem tratar seus resíduos. O tratamento de resíduos se dá por meio de uma prioridade hierárquica de preferência de cinco fases: prevenção; preparação para a reutilização; a reciclagem; outros tipos de valorização (por exemplo, a recuperação de energia); e disposição final em aterro sanitário, que refletem a “hierarquia dos resíduos” (KNAUF, 2015).

Vários estudos, sob o ponto de vista ambiental, têm mostrado a importância da vida útil final dos produtos e o potencial econômico que há na melhoria da eficiência dos materiais, quando se sobe na escala hierarquia de resíduos. Uma maneira de melhorar a gestão de resíduos é garantir uma boa interface entre ela e a gestão da produção, uma vez que a maioria das melhorias ambientais são decorrentes das exigências impostas pelos clientes aos fornecedores, e dependem de informação compartilhada, compreensão, acordo mútuo e confiança (KURDVE *et al.*, 2014).

O consumo de bens é considerado hoje um dos principais impulsionadores das mudanças ambientais e sofrem pressões ambientais globais diretas, enquanto estão sendo consumidos, e indiretas, enquanto estão sendo produzidos (BARTH *et al.*, 2014). Para evitar escassez e alcançar metas ambientais, como a redução das alterações climáticas e a preservação dos ativos ecológicos é necessário utilizar os recursos naturais de forma mais eficiente além de proporcionar uma oportunidade para adquirir competitividade econômica (HUYSMAN *et al.*, 2015).

Em decorrência dessas pressões diretas e indiretas, cada vez mais se observa o uso de ferramentas ou técnicas para a prevenção ou redução de resíduos, efluentes e emissões em operações industriais, como sendo uma prioridade. Isso se dá não é apenas em decorrência do progresso da consciência social em demandar produtos ecológicos, mas também pelo aumento da pressão impostas em defesa dos recursos naturais finitos, reduzindo a disponibilidade desses para a produção e conseqüentemente, impactando os custos de aquisição de materiais e de eliminação de efluentes, emissões e resíduos (RIBEIRO MASSOTE; MOURA SANTI, 2013).

Por isso a Gestão e Prevenção de Resíduos deve estimular e incentivar o reuso e formular políticas que desenvolvam medidas de gestão, conservação e preservação que incluem as ideias destinadas a promover a reutilização (LANE; WATSON, 2012).

Mudar em direção a uma maior eficiência na economia de recursos implica na necessidade de indicadores quantitativos, capazes de rastrear o consumo de recursos e impactos associados aos sistemas de produção e consumo. Indicadores têm sido historicamente desenvolvidos como política e contexto científico, com base em diferentes quadros teóricos e

conceituais. No entanto, isso tem levado a uma diversidade de indicadores relacionados a recursos que não são definidos univocamente, gerando confusão sobre o verdadeiro significado dos indicadores adotados (HUYSMAN *et al.*, 2015).

Dentro do sistema de produção, os recursos naturais são transformados em recursos industriais do setor primário, que são materiais naturais com valor agregado pela produção para se tornarem como por exemplo fornecedores de energia, produtos semiacabados, componentes químicos, etc. que são usados mais adiante nos sectores secundários e terciários. A saída do sistema de produção consiste de produtos e serviços que são fornecidos para o sistema de consumo. Tanto o sistema de produção como o de consumo geram emissões e materiais residuais. As emissões são liberadas no ambiente, enquanto que os resíduos podem ser transferidos para o setor de tratamento de resíduos. A partir deste sector, os resíduos podem ser utilizados como recursos de resíduos e fornecidos ao sistema de produção. Se não, eles são eliminados sem qualquer recuperação. Esses fluxos e benefícios podem ser expressos em métricas monetárias ou biofísicas como massa, volume, energia ou ocupação (HUYSMAN *et al.*, 2015).

Para que a indústria e a sociedade alcancem os conceitos e princípios da P+L de forma satisfatória, CPIC foram estabelecidos pela UNIDO e UNEP em países em desenvolvimento, devido os países possuírem diferenças de desenvolvimento socioeconômico, industrial e cultural, não existindo uma abordagem universal para estes centros, pois o que pode funcionar em um país não necessariamente funcionará em outro (CABELLO ERAS *et al.*, 2014). No Brasil este centro é coordenado pelo SEBRAE e recebe o nome de Centro Nacional de Tecnologias Limpas (CNTL).

Sabe-se que o mundo enfrenta grandes problemas ambientais como, aquecimento global, destruição da camada de ozônio, acumulação de resíduos, etc. Ao longo das últimas décadas, pesquisas indicam que o clima global está mudando rapidamente e também e que esta mudança vai continuar ao longo do tempo. Portanto, há uma necessidade urgente de atenuar estes problemas indesejáveis, resultantes do moderno do estilo de vida da humanidade, para salvar o meio ambiente e planeta (CABEZA *et al.*, 2014).

Embora muitos países estejam conscientes das questões de proteção ambiental, algumas barreiras impedem a introdução da P+L em indústrias de fabricação em países emergentes, tais como a falta de recursos financeiros necessários, de políticas governamentais contra emissões (FORE; MBOHWA, 2015).

Esse tipo de cenário resulta não apenas em significantes perdas econômicas, mas também em perdas irreversíveis de recursos naturais e impactos ambientais significantes (SILVESTRE; SILVA NETO, 2014)

A P+L por ser uma forma de fabricação verde, pode ser utilizada para mitigar a poluição e seus impactos decorrente da produção industrial. A redução de material e consumo de energia está associada com a minimização da geração de resíduos, e pode aumentar a produtividade, resultando em benefícios financeiros para uma empresa (FORE; MBOHWA, 2015).

Isso porque a P+L diz respeito a ações que visam reduzir a poluição a montante dos processos e serviços, com vista a reduzir o impacto sobre o homem e o ambiente diminuindo a pressão exercida sobre o meio ambiente, melhorando os processos de produção e o lucro. No entanto, e apesar de as tecnologias limpas serem realmente interessante, suas aplicações ainda são poucas, assim como o interesse das empresas pelo o ambiente (LAFOREST et al., 2013).

Uma vez que o mundo dos negócios é descrito por uma teia de relações interdependentes, na qual consumidores e governos são atores-chaves, a difusão de práticas da P+L tem sido fundamentalmente facilitada por meio de parcerias desenvolvidas e fomentadas com a colaboração de seus *stakeholders*, com o objetivo de usufruir de benefícios mútuos, como a vantagem competitiva advinda dessas relações inter-organizacionais (HOOF; THIELL, 2015).

Portanto, uma das formas de sucesso das práticas de P+L consiste em vencer as barreiras aos incentivos de capacitação das empresas. O governo pode exercer forte influência sobre a promoção da P+L, quando fornece recomendações políticas detalhadas para as autoridades públicas referente a como ajudar os empresários a ultrapassar as barreiras (GUAN *et al.*, 2014).

Em algumas áreas costeiras desenvolvidas da China, por exemplo, o governo promove a P+L por meio de propostas de uma série de normas ambientais que incentivam as empresas a adotarem práticas de P+L. A lei oferece incentivos sob a forma de reduções de impostos (taxa de tributação preferencial) e subsídio para aquisição de tecnologias limpas (DONG, X *et al.*, 2012).

Embora sejam escassas as divulgações das avaliações de programas da P+L, alguns resultados revelam que empresas que receberam assistência técnica tiveram melhor desempenho. Os indicadores de desempenho geralmente incluem quantidade de empresas assistidas, número de pessoas treinadas e número de guias publicados, feedback quantitativo econômico e ambiental (HOOF; THIELL, 2015).

Existem benefícios decorrentes da adoção da P+L, como a redução da geração de resíduos na fonte, menor custo operacional e de saúde, o que aumenta a rentabilidade em decorrência da melhoria dos procedimentos de eliminação, redução, reciclagem e tratamento de resíduos, bem

como a redução do consumo de matérias-primas, água e energia, materiais perigosos e de emissões (LOPES SILVA *et al.*, 2013), e a melhoria do desempenho ambiental e econômico da planta industrial (RIBEIRO MASSOTE; MOURA SANTI, 2013).

Os benefícios de uma iniciativa bem-sucedida de P+L não são apenas ambientais, mas também econômicas e sociais, portanto, tais iniciativas não devem se apresentar apenas como uma ferramenta ambiental, mas também como um potencial para criar no setor industrial, um sistema de produção sustentável no qual produtos, processos e operações são projetados para não colocar em risco os trabalhadores, a comunidade e o meio ambiente (VELAZQUEZ *et al.*, 2014).

Contudo, os benefícios da P+L, por falta de uma relação constante de economia de custo, tendem a cair com o aumento do investimento. Em decorrência disso, as empresas são mais propensas a adotar os princípios da P+L na modificação do processo, porque os benefícios para a empresa são mais perceptíveis que nas demais alternativas, tais como a modificação da tecnologia e a substituição de materiais, que são benéficas para a saúde dos seres humanos e do meio ambiente, mas são difíceis de usar extensivamente (DONG, XIAOQING *et al.*, 2012).

Os benefícios da P+L tornam-se visíveis quando as empresas praticam uma mudança organizacional, que inclui avanços gradativos nas rotinas e paradigmas existentes, para projetarem e implementarem medidas ambientalmente saudáveis em suas atividades produtivas (HOOFF; THIELL, 2015).

Um benefício visível é a proteção das águas, que corresponde a disponibilidade aceitável de quantidade e qualidade de água para a saúde, meios de subsistência, ecossistemas e produção, casado com um nível aceitável de riscos relacionados com a água para as pessoas, ambientes e economias. Cada vez mais esse assunto se torna uma das maiores preocupações dos países, em decorrência do crescimento populacional e das mudanças climáticas que agravam a situação e aumentam ainda mais a pressão sobre a infraestrutura de água existente (GURUNG *et al.*, 2015).

Outro benefício é a construção de moradias sustentáveis, que requer que a construção civil busque materiais ambientalmente amigáveis, renováveis ou reciclados a partir de resíduos, que não possuam o alto custo de fibras sintéticas (tais como carbono, aramida ou vidro), e tenham origem natural em fibras agrícolas para substituir os materiais tradicionais (KIDALOVA *et al.*, 2012).

A industrialização, o desenvolvimento econômico e o crescimento populacional, provocaram um aumento e diversificação de resíduos a serem eliminados em áreas de descarte. A prática do descarte de resíduos em aterro é um indicativo de deficiência em projetar produtos

recicláveis, e processos sustentáveis. O crescente volume de resíduos abriu caminho para a prática da reutilização e reciclagem que permitem fechar o ciclo do material e transformar os resíduos em recursos materiais (MANSOUR; ALI, 2015).

Quando os resíduos ou substâncias poluentes são tratados no final do processo de produção, ou seja quando já foram obtidos todos os produtos inclusive os resíduos relacionados a eles, e estes são liberado através de um tubo, chaminé ou outro ponto de liberação, essa tecnologia é dita “fim-de-tubo” (TRIGUERO *et al.*, 2014).

As possibilidades do que fazer com os resíduos foram classificadas em termos do benefício ambiental obtido com o destino dado aos resíduos. Esse conjunto classificado constitui o que se chama de hierarquia dos resíduos. No nível hierárquico mais baixo, ou seja, parte inferior da hierarquia, estão o descarte efetivo em aterro e a recuperação de energia; no meio dessa hierarquia encontramos a reciclagem de materiais, que é definida como um método que envolve o recolhimento e tratamento de resíduos que não puderam ser evitados para recupera-los como recursos; e no ápice ou mais elevado nível hierárquico estão preparação para reutilizar, ou a redução e prevenção, que corresponde a situação ideal (GREGSON *et al.*, 2013).

O equilíbrio das dimensões econômica, ambiental e social pode ser monitorado pelos seguintes indicadores: valor acrescentado, a formação de capital, depreciação, o capital social, o patrimônio líquido (ativos e passivos), poupança na dimensão econômica; custo ambiental, e as despesas defensivas para a dimensão ambiental; e valor do capital social e humano, orçamentos de tempo, os indicadores sociais para a dimensão social. Estes podem ser complementados com indicadores, tais como: presença de mercado, os clientes, o lucro, a criação de valor, e os acionistas, aquisições e patentes e propriedade intelectual na dimensão econômica; emissões e efluentes (incluindo gases com efeito de estufa), a energia, o ruído, resíduos e reciclagem, água e tratamento de efluentes, uso do solo e restauração, biodiversidade e certificações na dimensão ambiental; salários, horas de trabalho, benefícios, desenvolvimento, formação e educação, direitos humanos; saúde e segurança, financiamento político, o voluntariado e filantropia, comunidades e produtos na dimensão social, bem como as conexões internacionais, como a ecoeficiência e ganhos, e as comunidades e o meio ambiente (LOZANO; HUISINGH, 2011; LOZANO, 2012).

A competitividade de uma organização é derivada de capacidades organizacionais específicas, desde as menos tangíveis, tais como, vantagens baseadas no conhecimento, processos organizacionais e imagem pública. Essas capacidades resultam da criação de um processo acumulativo de aprendizagem organizacional de "recursos únicos", com base nisso, a contribuição de uma empresa âncora para divulgação da P+L pode ser vista como aprendizado

para adquirir capacidades únicas que levam a vantagens competitivas, tais como redução de custos, o acesso a recursos gratuitos e comprometimento dos funcionários (HOOF; THIELL, 2015).

A responsabilidade social corporativa (RSC) destaca o papel que uma empresa desempenha na sociedade na forma como ela se esforça para melhorar as relações globais com seus *stakeholders* e assim contribuírem com os interesses da sociedade, mediante a realização de filantropia, buscando legitimidade de suas ações e perseguir a RSC para ganhar vantagem competitiva. Essa ótica explica a participação das empresas em programas de gestão da cadeia de suprimentos sustentáveis, que envolve seus *stakeholders* e ao mesmo tempo dissemina a P+L como uma forma de contribuir com a RSC (HOOF; THIELL, 2015).

A implantação da estratégia de P+L inclui ações como a modificação de processos operacionais, substituição de matérias-primas, modificações tecnológicas e modificação do produto (ALMEIDA et al., 2013).

A implantação da P+L com sucesso oferece novas formas mais abrangente e eficiente de gestão das questões ambientais, a partir da perspectiva de pensar baseado na abordagem sócio técnica que fornece vários conceitos essenciais para os problemas ambientais. A abordagem abrange todas as fases dos processos de fabricação, desde a seleção de matérias-primas, produção, e descarga de resíduos (ZAKI et al., 2014)

A seleção cuidadosa das matérias-primas em substituição as que apresentam toxicidade favorece a mitigação do impacto dos produtos sobre o meio ambiente e a saúde humana, melhorando assim, o ciclo de vida e a qualidade do produto, bem como minimiza resíduos tóxicos. Neste contexto, considerar os requisitos ambientais é um importante princípio a ser aplicado na seleção de materiais, a fim de adequar o produto aos padrões da P+L e da sustentabilidade (ZHAO et al., 2012)

Existem algumas barreiras no processo de promoção da P+L, tais como a falta de cálculos que mostrem seu benefício, a baixa consciência e o equívoco quanto ao que ela seja, quadro institucional inadequado, restrições em relação as instalações tecnológicas e a existência de apoio financeiro, mercado limitado de serviço especializados no assunto, conflitos internos das agências de execução, e assim por diante. Contudo, algumas práticas de sucesso na implantação da P+L contam com a orientação e controle do poder público central e com os esforços de um conjunto de *stakeholders* tais como o governo local, empresas, agências de execução e instituições de pesquisa (GUAN et al., 2014).

A P+L oferece uma oportunidade para soluções ganha-ganha como as empresas a reduzir seus custos operacionais e passivos ambientais e outros, usando menos energia, água e

materiais, manipulação de produtos químicos e seus resíduos de forma segura e gerando menos resíduos e poluentes. P+L é comumente alcançada por meio de uma diversidade de práticas, incluindo a boa gestão, processos e / ou modificação de equipamentos, substituição de materiais de entrada, reutilização local e reciclagem e mudanças nos produtos e / ou na tecnologias (BERKEL, VAN, 2011).

Em uma empresa de processamento de metal, na Turquia, um estudo investigou as modificações de processos e as práticas de gestão e constatou um melhor desempenho ambiental e econômico pelo aumento da eficiência do uso da química e da água. Os processos de tratamento térmico reduziu em 34,1%, com economia anual de 18.831 m³ de água e o de fosfatização de zinco, um dos mais intensivos da empresa, foi diminuído em 26,1% ao ano reduzindo também a quantidade de águas residuais consideradas como perigosas pela legislação do país (ALKAYA; DEMIRER, 2013).

A Comissão Mundial do Meio ambiente e Desenvolvimento (WCED,1987) também destacou a urgência de satisfazer as necessidades das gerações presentes e futuras de uma forma ambientalmente saudável. Enquanto a solução do quebra cabeças não for trivial, a operacionalização do desenvolvimento sustentabilidade na indústria tem sido na maioria alcançado via tecnologias e produtos da P+L (SILVESTRE; SILVA NETO, 2014)

As empresas industriais desempenham um importante papel na sustentabilidade quando relacionado com as mudanças nos processos de produção, nos produtos e serviços, visando reduzir o impacto ambiental de acordo com a perspectiva de ciclo de vida do produto, resultando na melhoria do desempenho ambiental, económico e social das empresas (GOVINDAN *et al.*, 2014).

Ao implementar a P+L, as seguintes melhorias ambientais, sociais e económicas podem ser alcançadas: melhor eficiência; custos mais baixos; conservação das matérias-primas e energia; melhor atendimento às exigências do mercado; melhoria do meio ambiente; melhor conformidade com as normas ambientais; ambiente de trabalho mais coeso para os trabalhadores e melhor imagem pública da empresa (GOVINDAN *et al.*, 2014). Além disso sua implantação pode fornecer (mesmo com pequenas alterações) benefícios ambientais dentro das empresas que não são identificados pelo uso de indicadores de escala local (KUBOTA; ROSA 2013).

Uma maneira usual de mostrar como a implantação da P+L pode ser alcançada de forma satisfatória consiste em analisar as barreiras de implantação da P+L levando em consideração as necessidades da organização. Uma ampla gama de barreiras foram identificadas em relação as características organizacionais, estratégias de gestão adotada, o ambiente de mercado e o

uso de ferramentas de know-how tecnológico relativo a P+L que não atendem a complexidade das indústrias (GUAN *et al.*, 2014).

Segundo Dong *et al.* (2012), a maioria das pesquisas em vigor, relativa a P+L da indústria, é baseada na análise qualitativa dos estudos de casos. Muita informação sobre os fatores que influenciam a introdução e adoção da tem sido produzida a partir de pesquisas anteriores, como a influencia que taxas e licenças sobre produção e emissões de resíduos tem sobre a adoção de tecnologias limpas, a aplicação de incentivos individuais, sociais e de política ambiental influenciou o grau praticado de P+L em 26 empresas de quatro cidades da China. Nos Estados Unidos a regulamentação do uso do crómio nas indústrias de beneficiamento de metais produziu a redução desse resíduo. Contudo, praticar a P+L ainda carece do desenvolvimento de um método confiável que permita verificar os efeitos da regulamentação ambiental e da geração de poluição sobre as decisões da empresa.

Os programas de P+L possuem benefícios relatados em razão da redução de resíduos na fonte, como também dos custos associados com estes resíduos, o que consequentemente produz um menor custo operacional e de manutenção da saúde, aumentando assim, a rentabilidade. Estas reduções estão relacionadas com a eliminação, reciclagem ou melhoria do tratamento dos resíduos, assim como diminuem o consumo de matérias-primas, água e energia, materiais perigosos e emissões.

Para melhorar o desempenho ambiental, econômico e social das empresas, estratégias relacionadas à sustentabilidade têm sido frequentemente utilizadas em projetos destinados a acelerar a implantação de abordagens como a P+L. No México, por exemplo, um programa criado para desenvolver iniciativas de múltiplos interessados em colaborar com a gestão da cadeia de suprimento sustentável foi usado para melhorar o desempenho ambiental a partir de uma empresa âncora, que motivava de dez a quinze empresas fornecedoras de sua cadeia de suprimento. Para promover a participação, órgãos públicos se ofereceram para financiar oficinas de treinamento para aprenderem a aplicar ferramentas tais como: eco-mapas, estimativas de custos de ineficiência, eco-balanços e alternativas preventivas (HOOF; THIELL, 2014).

O Quadro 4 mostra algumas dessas ferramentas de colaboração usadas para desenvolver capacidades ao longo da cadeia de suprimentos.

Quadro 4 – Ferramentas relacionadas a colaboração para desenvolver capacidades em *supply chain management*

Rotina Organizacional	Capacitação Organizacional Relacionada	Ferramenta desenvolvida
Operacional	• Intenção de aplicar estratégias e ferramentas de sustentabilidade. • Habilidades de inovar processos operacionais.	• A capacitação em ferramentas da P+L (mapas-eco, eco-balanços, custo ineficiência). • Convite de pelo menos dois representantes de cada fornecedor.
Gerência	• Intenção de criar parcerias, para identificar objetivos comuns e para negociar. • Habilidades para desenvolver projetos de colaboração.	• Cadeia de fornecimento de energia para acionar participação. • O intercâmbio de experiências com os colegas em um processo de grupo. • Hora de promover as relações sociais e de confiança entre os participantes.
Comunicação	• Intenção de trocar informações com as partes interessadas com base em medições. • Habilidades para comunicar por meio da organização e entre as partes interessadas.	• Cadeia de fornecimento de energia para acionar participação. • O intercâmbio de experiências com os colegas em um processo de grupo. • Reconhecimento da concepção do projeto e implantação pelas empresas-âncora. • Apresentações executivas observando os resultados financeiros e ambientais

Fonte: Hoof; Thiell (2014)

2.3 REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

A revisão sistemática da literatura é um método específico que consiste em localizar os estudos existentes sobre um determinado assunto, selecionar os estudos segundo critérios predeterminados e avaliar suas contribuições, analisando e sintetizando os dados e relatando as evidências de maneira que possam conduzir a conclusões razoavelmente claras sobre o que é ou não é conhecido.

Esse método segue um padrão que procura dar resposta as questões do objeto de pesquisa a partir dos estudos criteriosamente identificados e selecionados, e procedimentos explícitos orientados por protocolo, com especial atenção à validade científica e metodológica de cada estudo.

De modo geral o processo de revisão sistemática parte da definição das questões a serem respondidas, e dos critérios de inclusão e exclusão dos estudos a serem considerados em busca dos resultados, bem como a capacidade de obter os artigos selecionados completos em relação a sua publicação. Em seguida define-se sobre as fontes de informação para realização da pesquisa bibliográfica: quais bases de dados e quais ferramentas de busca e organização dos dados. Restrições devem ser especificadas com relação a tempo, idioma, áreas, títulos e

resumos. Selecionados os dados, analisa-los e determinar o agrupamento dos resultados e explorar a possibilidade de publicação (TSENG et al., 2008)DENYER, TRANFIELD, 2009).

A partir das questões de pesquisa em foco é necessário buscar e reunir o máximo possível de evidências, segundo critérios previamente planejados e especificados sobre tema, de forma explícita e sistemática para minimizar distorções e atribuir confiabilidade aos resultados coletados de forma a embasar sua resposta (KHAN *et al.*, 2003)

Baseado nisso, para compilar o referencial teórico que deu suporte a elaboração das diretrizes dessa tese, foi feita uma revisão sistemática da literatura científica, para localizar os artigos mais referendados sobre o tema P+L e identificar nestes artigos os princípios e os fatores críticos que produzam evidências explícitas relacionados com sua implantação e gestão.

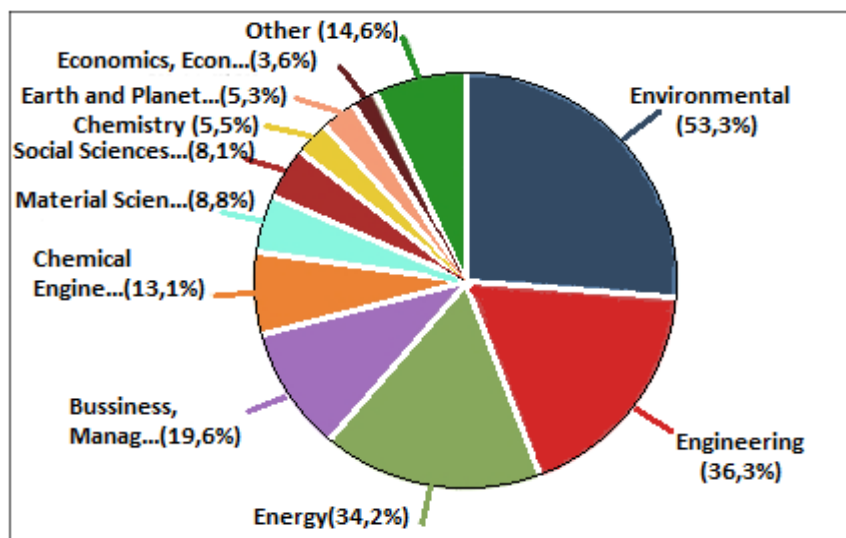
As fontes de evidências estão distribuídas em estudos nos quais a ciência, por meio de seus interlocutores, julgou relevantes para serem publicados e organizados em bases de dados específicas e disponíveis à pesquisadores de forma livre ou associada.

Como fonte de pesquisa bibliográfica foram eleitas as bases de dados SCOPUS, da Elsevier, e Web of Science da Thomson Reuters. Inicialmente usou-se o termo composto “Cleaner Production” a ser buscado em qualquer dos campos: título do artigo; Abstract ou palavras-chave e limitou-se o intervalo de data de publicação a partir de 1989, ano no qual o termo foi cunhado pelo UNEP, segundo Kamande e Lokina (2013) e Govindan *et al.* (2014).

Nessa primeira busca, realizada em outubro de 2015, foi obtido um total de 2.265 documentos que foram analisados segundo os 7 tipos de ferramentas disponíveis no SCOPUS sendo elas: documentos por ano; por fonte; por autor; por afiliação; por território; por tipo e por área. A análise por distribuição temporal revelou que o primeiro artigo que usou o termo foi publicado em 1991, de autoria de Baas, Leo W., com o título “Cleaner water by Cleaner Production: theoretical reflections on case studies”. Outras percepções concernentes a esses documentos selecionados foi que os primeiros 50, classificados por ordem decrescente de citação, não tinham o termo buscado como o principal assunto do documento.

As áreas de publicação com maior percentual de documentos foram *Environmental Science* com 53,3%, *Engineering* 36,2%, *Energy* 34,2% e *Business, management and accounting* com 19,6%. A Figura 6 mostra os percentuais de cada área, lembrando que os artigos abrangem mais de uma área e, por conseguinte a soma dos percentuais ultrapassa em muito os 100%, mas cada área foi calculada em relação a quantidade de total de artigos encontrados com os parâmetros de busca. E quanto ao tipo de documento 68,8% eram artigos.

Figura 6 – Artigos por área de conhecimento



Fonte: Base de Dados SCOPUS (2015)

Após alguns ensaios, os parâmetros de busca foram refinados, levando-se em consideração os resultados mais significativos encontrados nos diversos ensaios, os parâmetros finais de busca ficaram assim definidos: Termo de busca “*Cleaner Production*” (P+L); campo de busca, título; intervalo de tempo a partir de 2011, tipo de documentos, *article or review*. Linguagem do texto, o inglês, áreas de publicação limitadas a *Environmental Science*, *Engineering*, *Energy* e *Business, management and accounting*.

Com a última composição dos parâmetros a busca encontrou 106 documentos na base de dados da *web of Science*, e 91 documentos na base de dados SCOPUS. Os resultados das duas bases de dados selecionadas, 197 documentos foram agrupados e classificados por autor, título e ano de publicação, de forma a permitir excluir as duplicações.

Após a eliminação das duplicações, um total de 132 documentos restantes foram classificados por ordem decrescente de número de citações. Nessa classificação, 58 artigos tiveram na pelo menos uma citação, por ocasião do momento da consulta às bases de dados e 74 artigos não tiveram nenhuma citação até aquele momento.

Os 58 documentos, que foram citados pelo menos uma vez, foram tomados como fonte principal para identificar os princípios e fatores críticos da teoria sobre P+L. As informações fornecidas por estes artigos da base de dados permitiram uma análise mais profunda dos documentos incluindo a leitura dos abstracts para julgamento dos documentos que mais contribuíssem com os objetivos dessa pesquisa, e fornecessem a melhor compreensão sobre o assunto dessa tese.

2.3.1 Identificação de princípios e fatores críticos

Princípios podem ser definidos como uma proposição ou verdade fundamental que serve de base para um sistema de crença, atitudes ou comportamento, ou ainda para atribuir motivos e razões (*OXFORD ADVANCED LEARNER'S DICTIONARY*, 2015; *CAMBRIDGE DICTIONARIES ONLINE*, 2015).

Os princípios da P+L têm por base a gestão de resíduos decorrentes do mau uso de energia e materiais (UNIDO / UNEP, 1991), podendo ser aplicada a processos produtivos de qualquer setor da economia, por ser um programa de prevenção da poluição. A lógica que baseia o raciocínio da P+L é fundamentada na redução dos riscos para os seres humanos e o meio ambiente por meio da prevenção integrada a processos, produtos e serviços (RIBEIRO MASSOTE; MOURA SANTI, 2013).

Cada um dos trabalhos científicos selecionados na revisão sistemática da literatura, abordou determinados aspectos da P+L, cada autor, em seu artigo, apresentou elementos que foram trabalhados com o propósito de alcançar os objetivos da P+L. Esses elementos foram identificados pela pesquisa dessa tese, para comporem um conjunto de princípios e fatores críticos que norteassem o raciocínio e o comportamento em direção às práticas da P+L.

Tanto os princípios quanto os fatores críticos foram sendo identificados na sequência da ordem de classificação dos 58 artigos e mantiveram a relação de associação com os respectivos autores. A cada artigo da sequência de investigação, princípios já identificados em artigos anteriores recebiam a associação com o novo autor e princípios novos eram acrescentados à lista de identificação. Ao final dos artigos 58 artigos, os princípios e fatores críticos, tais quais mencionados pelos autores estavam identificados.

Com relação aos princípios, cada autor se referiu ao princípio que ele trabalhou usando um nome que julgou apropriado. Por conta disso, procurou-se juntar, por semelhança de significado ou afinidade, os princípios tais quais referenciados pelos diversos autores.

Após isso procurou-se atribuir um nome a esses agrupamentos com o propósito de criar um nome padrão relacionado ao princípio. O nome atribuído ao agrupamento, normalmente, foi o nome usado mais vezes pelos diversos autores ou buscou-se atribuir um nome mais significativo para o grupo de semelhanças, o que resultou em 14 princípios padronizados.

O Quadro 5 mostra a formação dos princípios padronizados a partir das expressões semelhantes usadas pelos diversos autores. Na coluna da esquerda, os princípios trabalhados por cada autor, agrupados por afinidade em uma mesma célula do quadro. Na coluna da direita,

correspondendo na mesma linha do quadro, o nome padronizado do princípio a ser usado nessa tese.

Quadro 5 – Padronização dos princípios.

Agrupamento dos princípios tal qual mencionado pelos autores	Princípio padronizado
Economia de material, Economia no custo de energia, seleção de matéria-prima com maior eficiência no uso.	Reduzir custo, consumo e desperdício
Aumentar a eficiência no uso de materiais, energia, água, solo. Melhorar a eficiência do processo. Melhorar o Ciclo de vida do produto,	Aumentar a eficiência no uso
Práticas de conservação de Recursos Naturais. Projetos de conservação de água.	Preservar os recursos naturais
Impacto ambiental dos produtos durante a utilização, e durante a gestão da vida útil final, Impacto ambiental dos produtos.	Proteger o meio ambiente
Substituição de matéria-prima por ambientalmente amigável, Alternativas de materiais ambientalmente amigáveis para reduzir danos. Materiais perigosos.	Usar materiais ambientalmente amigáveis
Evitar, reduzir resíduos na origem. Reduzir ou eliminar poluentes e toxicidade. Redução da emissão/descarte de gases, líquidos ou sólidos residuais. Redução do risco para saúde e ambiente. Reduzir poluição, Emissões Redução na fonte de emissões para o ar, água ou solo.	Evitar resíduos na origem
Uso alternativo de resíduos. Melhorar o nível de reutilização de água residual, reutilização de materiais	Reutilizar resíduos
Incentivar a reciclagem de recursos, Reciclagem de resíduos, Reciclagem de água residual; Método de recuperação de resíduos, Ciclo Biogênico, Desmaterialização.	Reciclar resíduos
Subsistema de descarga de água residual. Reduzir a descarga de esgoto, Descarte de resíduo sólido em aterro.	Reduzir descarga e descarte de resíduos.
Uso de ferramentas de <i>eco-design</i> para desenvolver um melhor produto, melhoria do Processo, substituição de processos, Modificação de produto. Comunicação com o cliente. Divulgar informações sobre o benefício da P+L.	Inovar (inovação)
Aumentar investimentos em equipamentos de P+L, Significância da tecnologia para direcionar a reforma industrial. Suporte acadêmico de Universidades e Institutos de pesquisas para sucesso no desenvolvimento da tecnologia industrial	Investir em tecnologia verde (ambientalmente amigável)
Melhor monitoramento, Melhor prática gerencial e operacional, Redução de custos, Ferramenta de suporte a decisão para análise das políticas de P+L e inovação. Evitar gastos com multas. Técnicas de gerenciamento	Melhorar a gestão ambiental
Treinamento, Papel da dimensão humana, Papel dos <i>stakeholders</i> , saúde e segurança do trabalhador	Considerar a influência da dimensão humana
Políticas governamentais, suporte financeiro para o custo operacional, Papel do governo como facilitador, Incentivos governamentais, regulamentações.	Considerar a influência do governo e sociedade

Fonte: Produção do próprio autor a partir da revisão sistemática da literatura

Foram considerados fatores críticos, os itens citados pelos autores, como capazes de favorecer ou dificultar a implantação e gestão dos princípios de P+L.

Com relação aos fatores críticos relacionados a P+L, estes foram identificados pelo mesmo processo utilizado em relação aos princípios, ou seja, associou-se os fatores críticos a cada autor à medida que iam surgindo na sequência dos 58 artigos.

Foram identificados 27 fatores críticos mencionados pelos autores. Estes mediante uma análise, seguindo em uma linha de raciocínio semelhante à usada por Zaki et al. (2014b), apresentam características e relações de afinidades entre si, que permitiu agrupá-los em elementos de influência dominante na implantação da P+L.

O Quadro 6 mostra o agrupamento de influência desses fatores críticos.

Quadro 6 – Fatores críticos agrupados em elementos de influência dominante

Agrupamento	Fatores críticos
Humano e Social	Capacitação em Tecnologias Limpas
	Difusão de seus benefícios
	Reputação ambiental da indústria (produtor)
	Aumento da consciência pública
	Resistência empresarial a mudanças
	Pressão dos <i>stakeholders</i>
	Consciência dos empregados
	Treinamento do pessoal de produção
	Consciência das questões ambientais
	Crescimento da consciência do consumidor
Gestão e Economia	Falta de coordenação e consciência das organizações locais de apoio
	Restrições financeiras
	Fator econômico "muito caro" era visto como uma barreira
	Falta de aplicação em relação a normas ambientais
	Custos Operacionais
Governo e Política	Apoio do Governo
	Suporte financeiro do Governo
	Incentivos fiscais
	Gestão Pública
Tecnologia e Inovação	Nível tecnológico
	Eficiência produtiva
	Redução de custos operacionais
	Acesso ao desenvolvimento de novas tecnologias de P+L
	Legislação e políticas governamentais
	Custo da Tecnologia Limpa
	Indicadores de desempenho
	Ferramentas de monitoramento

Fonte: Produção do próprio autor com base em Zaki et al (20140 b)

Os princípios padronizados a serem considerados na implantação e gestão da P+L, podem ser influenciados pelos fatores críticos em pelo menos um dos grupos de influência dominante, que também apontam para os grupos de aplicação dos princípios no sistema produtivo genérico.

Uma vez que a P+L é uma estratégia usada na produção, processos e serviços, buscando minimizar os impactos destes sobre o meio ambiente, reduzindo a poluição e os riscos para os

seres humanos, tornando a empresa eficiente no consumo de matérias-primas e de energia, aumentando a produtividade e a competitividade do empreendimento na economia (UNEP DTIE, 1996; SEVERO *et al.*, 2015; KUBOTA; ROSA, 2013; GUAN; GRUNOW; YU, 2014), os princípios e seus respectivos fatores críticos foram agrupados com base no sistema genérico de produção, para que as diretrizes propostas possam igualmente apontem onde devem ser implementadas.

Diante da argumentação de Ribeiro e Santi (2013), de que os princípios da P+L são aplicados sobre processos produtivos, para gestão de resíduos e redução de materiais, energia e de resíduos, fez-se uso do processo produtivo genérico apresentado por Vergragt (2014) para agrupar elementos do sistema produtivo com os quais os princípios mais se relacionem, sugerindo onde a investigação pode buscar a melhor informação sobre os mesmos, para facilitar a coleta de dados, a análise individual e a cruzada, bem como indicar onde as diretrizes devem ser aplicadas em relação ao sistema de produção para a implantação e gestão dos princípios da P+L.

Como resultado desse agrupamento de elementos identificados no referencial teórico, onde os princípios da P+L são, podem ou devem ser aplicados, adotou-se os seguintes grupos:

- 1 – Insumos de Produção;
- 2 – Processos;
- 3 – Impactantes do Ambiente;
- 4 – Gestão.

Cada agrupamento se relaciona com os demais, sem apresentar dependência hierárquica e contemplam os seguintes elementos passíveis de aplicação dos princípios da P+L:

O grupo de insumos de produção possui internamente os elementos: materiais, que contemplam a matéria-prima ou secundária; energia, toda aquela que move máquinas e equipamentos ou gera calor; água, usada no processo de produção ou em qualquer outro consumo. Esses elementos são alimentados por fornecedores, que produzem ou captam os recursos diretamente do meio ambiente, ou fornecem a partir de resíduos de outros sistemas produtivos, coletados diretamente na fonte de produção ou de descarte no meio ambiente. Outro elemento desse grupo é o humano e social, que contempla as pessoas que trabalham na empresa e aquelas que interferem ou sofrem interferência da atividade produtiva da empresa.

O grupo processo produtivo, diz respeito a todas as tarefas sistematizadas e planejadas para a obtenção do produto final. Elas definem o modo pelo qual cada componente do produto é feito e fazem uso de máquinas, equipamentos e ferramentas com o objetivo de alcançarem a máxima eficiência, recorrendo sempre que possível a inovação. Esse grupo se relaciona com

todos os demais grupos de forma mais efetiva e constante. Ele é a razão de ser dos outros, sem ele os demais perdem sua função. Ele deve ser gerido para obter insumos e produzir produtos de forma preventiva para não gerar resíduos, emissões ou efluentes, principalmente os poluentes, evitando, reduzindo ou mitigando quando inevitáveis.

O grupo de impactantes tem como elementos o próprio produto gerado, seus resíduos, emissões e efluentes, seus materiais e tudo aquilo que no seu uso ou descarte possa causar algum impacto no meio ambiente. Por isso os impactos devem ser evitados, minimizados ou mitigados, e os impactantes devem ser reusados, reciclados ou em último caso descartados. É nesse grupo que a P+L foca suas ações de evitar, minimizar e reciclar resíduos e emissões. Os demais grupos contribuem para que essas ações sejam alcançadas com eficácia.

O grupo gestão diz respeito a capacidade econômica, política, social e tecnológica de tomar decisões e ações previamente planejadas, executadas e monitoradas por meio de indicadores definidos para cada ponto de controle. O resultado das decisões reflete nos relacionamentos com *stakeholders*, governo e a tecnologia em uso na empresa.

Esse grupo é responsável pela harmonia de todos os outros grupos e se relaciona mais fortemente com o grupo de processo produtivo.

Os relacionamentos entre os grupos e entre os elementos do próprio grupo, sugeriram onde a informação pôde ser buscada e contribuíram significativamente com a elaboração do protocolo de pesquisa em anexo A.

O Quadro 7 mostra as afinidades entre os grupos de aplicação dos princípios no sistema produtivo com os grupos de influência dominante dos fatores críticos.

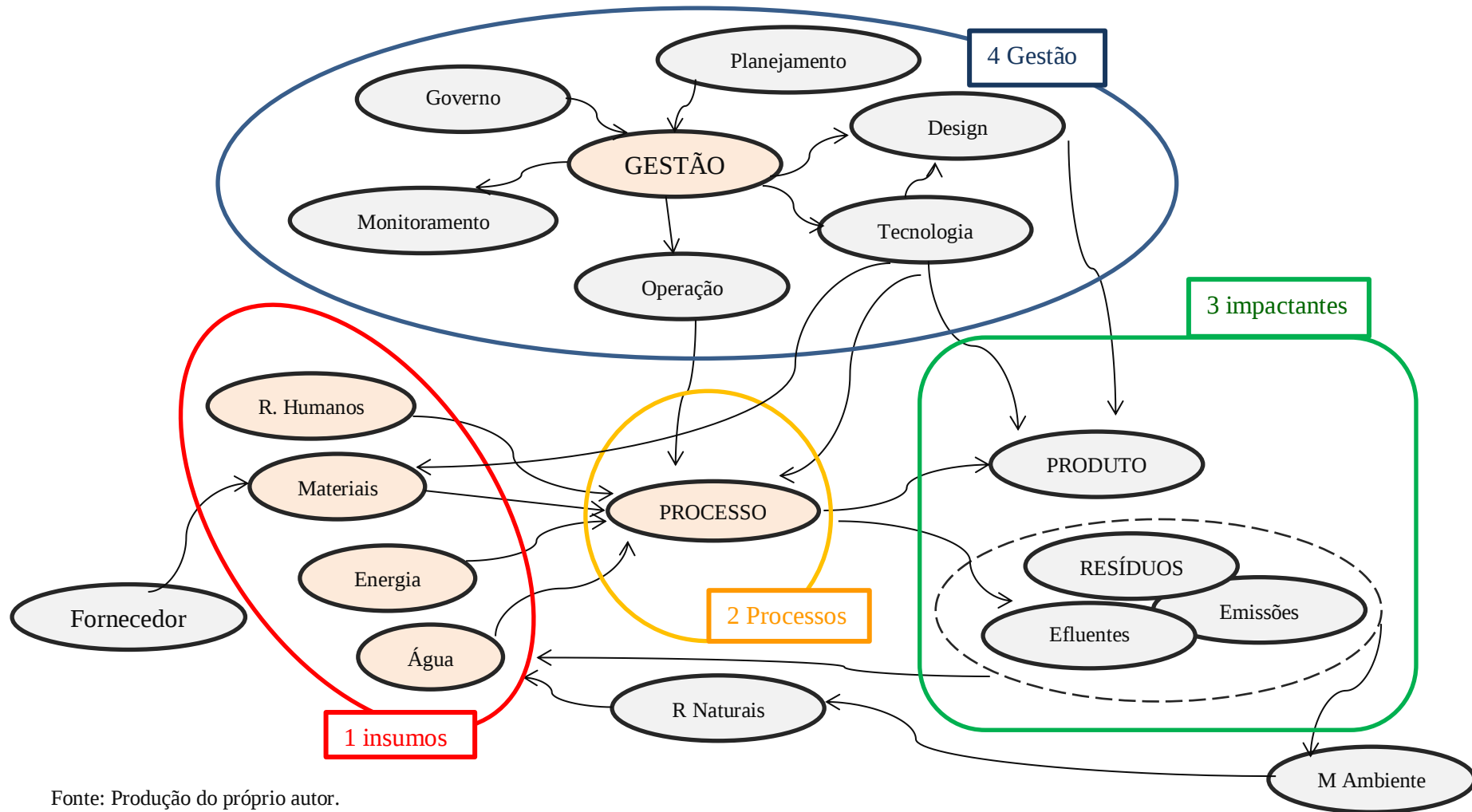
Quadro 7– Relação entre grupos de princípios e fatores críticos

Grupos de aplicação dos princípios no sistema produtivo	Grupos de influência dominante dos fatores críticos
1 – Insumos de Produção;	Humano e Social
2 – Processos;	Tecnologia e Inovação Gestão e Economia
3 – Impactantes do Ambiente;	Governo e Política Humano e Social
4 – Gestão.	Gestão e Economia Tecnologia e Inovação

Fonte: Produção do próprio autor.

A Figura 7 apresenta os grupos de aplicação dos princípios com seus elementos e linhas de relacionamentos. Os mesmos elementos estão contemplados no protocolo de pesquisa.

Figura 7 – Grupos de aplicação dos princípios



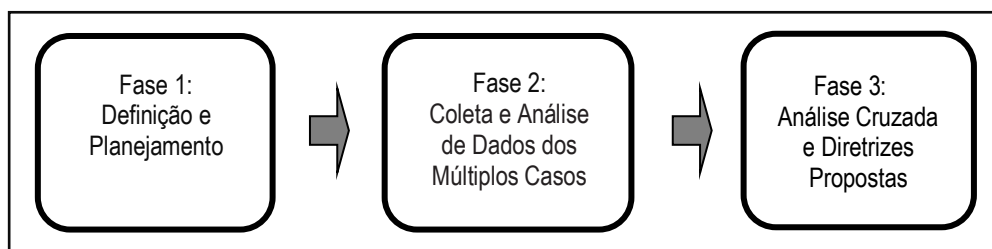
Fonte: Produção do próprio autor.

3 MÉTODO DE PESQUISA

Os objetivos desse trabalho contribuem para dar resposta às questões de pesquisa que conjuntamente buscam saber como implementar a P+L em empresas industriais de calçados plásticos.

Esta seção apresenta o método de pesquisa que conduziu a execução desse trabalho em busca das respostas. A Pesquisa teve três fases distintas a saber: Fase 1: Definição e Planejamento, Fase 2: Realização do estudo de casos múltiplos, e Fase 3: Análise e definição das diretrizes de implantação e gestão da P+L. A Figura 8 apresenta a visão geral do plano de pesquisa composto por essas três fases.

Figura 8 – Fases do plano de pesquisa



Fonte: Produção do próprio autor com base em Yin (2013)

3.1 FASE 1: DEFINIÇÃO E PLANEJAMENTO

A Fase 1 da pesquisa definiu primordialmente quais as questões estudadas, quais são os dados relevantes, quais dados deveriam ser coletados e como seriam coletados e analisados, e quais generalizações poderiam ser feitas para apresentar os resultados. O planejamento teve como propósito principal garantir que as evidências obtidas remetesse às questões iniciais da pesquisa e consistiu em definir a sequência lógica que liga os dados empíricos às questões de pesquisa e às suas conclusões (YIN, 2013).

Assim sendo o plano definiu as ações necessárias para, a partir das questões de pesquisa, chegar a respostas que fossem conclusivas para essas questões iniciais. Entre esses dois extremos, a coleta correta e bem planejada de dados relevantes foi fundamental para se alcançar o objetivo.

A coleta e análise dos dados pode fazer uso de 5 principais estratégias: experimentos; levantamentos (*survey*); análise de arquivos; pesquisa histórica e estudo de caso. A escolha de uma dessas estratégias deve ser orientada por 3 condições: O tipo de questão de pesquisa; a

extensão de controle que o pesquisador tem sobre os eventos; e o foco dos acontecimentos, se históricos ou contemporâneos (YIN, 2013).

Pelo exposto por Yin (2013), a forma pela qual a questão de pesquisa foi formulada, fazendo da indagação “como”, associada a acontecimentos do cotidiano real sem nenhum controle dos eventos por parte do pesquisador, induziu a escolha do Estudo de Caso como estratégia de pesquisa dessa tese.

Para coleta dos dados, planejou-se como recurso metodológico obtê-los a partir de duas fontes. Uma, a revisão sistemática da literatura sobre sustentabilidade, gestão ambiental empresarial e P+L, para compor um referencial teórico sobre o assunto. Outra, a vida real das empresas selecionadas para essa pesquisa, para compor evidências que deram suporte ao método de implantação e gestão da P+L.

O referencial teórico (seção 2), sobre P+L e temas com proximidade relevante, foi construído a partir da revisão sistemática da literatura científica existente, filtrada segundo os parâmetros definidos para essa revisão (seção 2.3), e deu suporte a identificação dos princípios que norteiam a P+L (seção 2.3.1) e aos elementos principais que envolvem esses princípios influenciando-os de forma positiva ou negativa, sendo alguns deles considerados pontos críticos, no sentido de causarem uma dificuldade ou serem fundamentais para ajudar no sucesso de implantação de práticas bem executadas de P+L (ALMEIDA *et al.*, 2014).

Os princípios, barreiras e fatores críticos subsidiaram a elaboração de um protocolo de pesquisa (seção 2.3.2) que orientou a coleta na segunda fonte de dados, que é aquela oriunda do contexto vivido pelas empresas selecionadas pela pesquisa dessa tese. Os dados dessa fonte foram coletados por meio de entrevistas, observação direta (seção 4) e análise de documentos, quando permitido acesso ao mesmo pela empresa, o que possibilitou aumentar a base de informações sobre o assunto.

A partir dessas duas fontes de dados foi possível: mapear os processos comuns da indústria de calçados plásticos; identificar elementos relativos a princípios, barreiras ou pontos críticos; desenvolver uma visão crítica da realidade sobre o referencial teórico; e identificar onde os princípios de P+L podem ser aplicados.

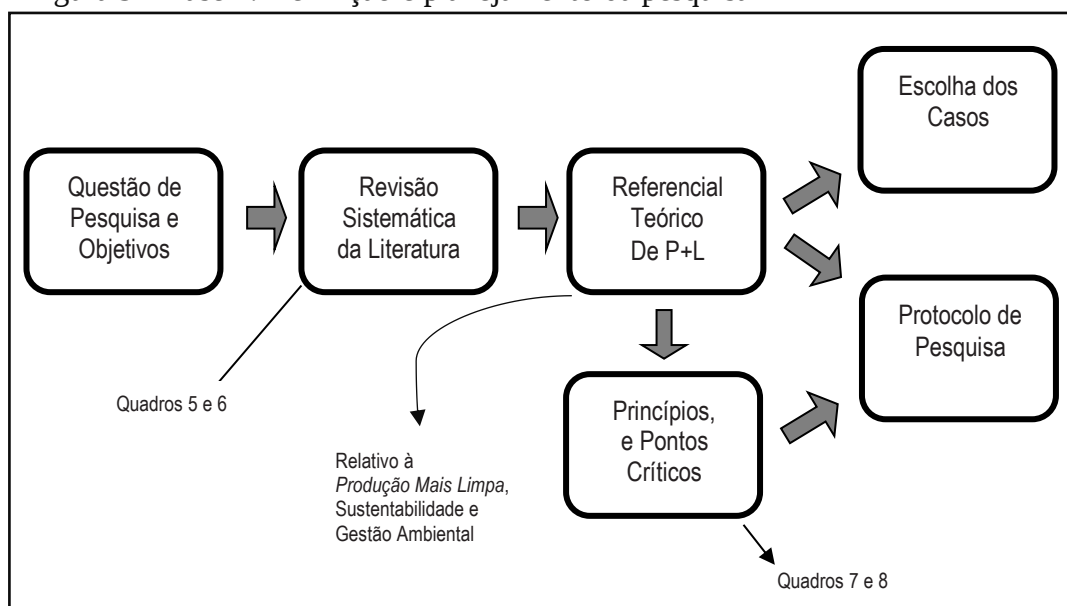
A análise dessa base de informações permitiu compor uma proposta de método padrão, concebido em função dos elementos associado aos princípios, barreiras ou pontos críticos, que devem ser observados e tratados com o fim de alcançar a implantação da P+L.

Em relação aos procedimentos técnicos essa pesquisa é classificada como estudo de caso e quanto a forma de abordagem, tipificada como pesquisa qualitativa, e quanto aos objetivos fins, como exploratória por permitir conhecer a realidade das empresas pesquisadas.

Por último nessa fase, planejou-se a escolha dos casos (seção 3.1.2), cujos critérios de seleção se deram de acordo com a principal questão de pesquisa e contemplou empresas: fabricantes de calçados plásticos (PVC) ou de componentes para esse tipo de calçados; quanto ao tamanho, micros, pequenas, e médias empresas; localizadas na Região Metropolitana do Cariri (RMC); concordantes voluntárias em participar da pesquisa dessa tese.

A Figura 9 mostra as atividades da Fase 1: Definição e planejamento.

Figura 9 – Fase 1: Definição e planejamento da pesquisa



Fonte: Produção do próprio autor com base em Yin (2013)

3.1.1 Protocolo de pesquisa

A segunda fonte de dados corresponde ao contexto vivido pelas empresas selecionadas para a pesquisa dessa tese. Para coletar as informações dos casos, segunda fonte de dados, recorreu-se a três ferramentas a saber: entrevista semiestruturada, observação direta do processo de fabricação (seção 4) e análise de documentos, quando disponibilizados e permitido acesso aos mesmos pela empresa. Essas ferramentas permitiram a triangulação de três fontes de dados.

A entrevista semiestruturada, consistiu de em uma conversa, guiada pelo protocolo de pesquisa, com pessoas chaves para interrogar sobre seus atos e práticas a fim de obter como respostas dados que permitissem verificar as oportunidades e as aplicações dos princípios da P+L, assim como o que tem contribuído ou dificultado seu sucesso.

A visita ao chão de fábrica, consistiu em percorrer cada ambiente de trabalho e observar diretamente o processo de fabricação, os materiais e energias utilizados, e as boas práticas em relação aos princípios.

A análise de documentos, do tipo: Manual de procedimentos ou fluxo, descrição do fluxo do processo, manual do sistema de qualidade, contas dos fornecedores de água e energia, contratos de serviços terceirizados, normas de segurança, etc. dependeu de sua existência e permissão de acesso da empresa.

O estudo de caso, tal qual os experimentos em estratégias quantitativas, necessitam garantir confiabilidade, o que deve ser feito essencialmente em estudos de casos múltiplos por meio da tática de construção de um protocolo que guiou o pesquisador na condução do estudo de caso e foi eficaz quanto ao seu propósito por ter feito uso da triangulação dessas três fontes de dados.

O protocolo, incluído no Anexo A, é considerado um o instrumento que contém os procedimentos e as regras gerais a serem seguidas durante a realização do estudo dos casos e foi desenvolvido, segundo os princípios de Yin (2013), para fornecer um roteiro de orientação para o pesquisador durante as entrevistas de cada caso, permitindo que os procedimentos pudessem ser replicados e que os dados coletados tivessem condições equivalentes, buscando garantir que todos os constructos fossem explicitamente verificados e/ou adequadamente descritos (HYETT et al., 2014).

Aspectos éticos relacionados com a coleta de dados, incluem a voluntariedade da empresa em querer participar da pesquisa, o anonimato de suas informações e das pessoas entrevistadas (HOVLID; BUKVE, 2014).

O protocolo de pesquisa orientou o pesquisador, mas permitiu a devida flexibilidade e adequação na condução das entrevistas, não seguido necessariamente sua ordem sequencial de perguntas, mas permitindo-se conduzir a partir de elementos citados pelo entrevistado no desenvolver da entrevista. Algumas respostas eliminaram a necessidade de determinadas perguntas relacionadas serem feitas. O importante é que o padrão do procedimento de coleta contemplou os mesmos elementos investigados e não a sequência de investigação, para proporcionar um certo grau de homogeneidade das informações e assim, facilitar a sua análise transversal dos dados.

O protocolo de pesquisa é composto por um conjunto de perguntas associadas a cada um dos princípios da P+L, que foram agrupadas por afinidade de aplicação em relação ao sistema genérico de produção, e que buscam coletar dados e evidências para a adquirir compreensão sobre como cada princípio é ou pode ser aplicado. As perguntas relacionadas aos mesmos possuem a seguinte estrutura lógica segundo Yin (2013):

- Aquelas que iniciam com “Que” buscam a explicação do fenômeno relacionado a elementos do princípio investigado;

- As que iniciam com “Qual” procuram identificar ou descobrir variáveis, conceitos ou constructos que contribuam logicamente com a explicação do fenômeno investigado.
- As que iniciam com “Como” procuram respostas que relacionem elementos do princípio delineando de que maneira ocorre a possível ordem de causalidade;
- As que iniciam com “Por que” permitem justificar as escolhas feitas dentre opções em relações de causalidades.
- As que iniciam com “Quem”, “Onde”, “Quando”, “Quanto” procuram identificar delimitadores para elementos das diretrizes de implantação.

3.1.2 Escolha dos casos

De forma semelhante a experimentos laboratoriais repetitivos, o estudo de caso múltiplo também segue uma lógica de replicação para a qual cada caso deve ser cuidadosamente escolhido. A expectativa dos resultados previstos no planejamento da investigação será alcançada por similaridade ou contradição (YIN, 2013)

Embora os casos possam ser escolhidos aleatoriamente, optou-se pela seleção de casos que contemplassem duas empresas de cada estrato, micros, pequenas, e médias, pressupondo-se ainda o julgamento de polaridade a cada par de empresa categorizada, buscando um processo de coleta de dados replicável na investigação de provas convergentes da teoria em relação aos fatos e às conclusões de cada caso estudado (EISENHARDT, 1989; YIN, 2013).

Os estudos de casos realizados na pesquisa dessa tese foram realizados entre empresas industriais de calçados plásticos (PVC) ou de componentes para calçados plásticos, nos portes micro, pequenas e médias empresas.

Todas as empresas pesquisadas se localizam na Região Metropolitana do Cariri (RMC), criada pela Lei Complementar Estadual nº 78, de junho de 2009, em decorrência da conurbação ocorrida entre os municípios de Crato, Juazeiro do Norte e Barbalha, chamada popularmente em decorrência disso, de CRAJUBAR, embora outros seis municípios participem da região.

A escolha das empresas para a realização da pesquisa ocorreu segundo critérios planejados. A princípio coletou-se informações que permitissem identificar quais seriam as empresas industriais de calçados ou acessórios para calçados, localizadas nas três cidades componentes do CRAJUBAR.

Essa identificação deu-se a partir de listas de empresas obtidas em três fontes de informações: o Sindicato das indústrias de calçados, a Federação das Indústrias do Estado do Ceará - FIEC, e a Secretaria da Fazenda do Estado do Ceará.

A primeira triagem eliminou as empresas que se repetiam nas três listas. Em seguida selecionou-se apenas as empresas que produzem calçados plásticos de PVC, ou acessórios de para calçados plásticos.

Considerou-se que o Serviço Brasileiro de Apoio às Micros e Pequenas Empresas (SEBRAE), o SINDCALÇADOS e uma Consultoria, que tivesse um portfólio de serviços significativos, poderiam fornecer os primeiros parâmetros para compor o universo de seleção das empresas que pudessem participar do estudo de casos.

O representante do SEBRAE-Juazeiro do Norte, informou que aproximadamente a dois anos não desenvolviam trabalhos com o setor calçadista, e preferiu não opinar sobre a lista de empresa. Contudo, forneceu a informação de que o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial - SENAI/CE, era o prestador de serviços técnicos para o SINDCALÇADOS e que poderia contribuir com informações sobre as empresas de calçados da região.

O SINDCALÇADOS, por meio do seu presidente, contribuiu com a identificação e classificação das empresas, que no polo calçadista de Juazeiro, Crato, Barbalha e cidades vizinhas são cerca de 250 e juntas respondem por mais de 50% da produção estadual. Outra importante contribuição do presidente foi apontar o mesmo representante do SENAI/CE, que havia sido indicado pelo SEBRAE-Juazeiro do Norte, como sendo a pessoa mais indicada para opinar sobre a situação atual das empresas em relação a sustentabilidade.

Com esta lista buscou-se a opinião do SENAI/CE, por meio do consultor que tem desenvolvido trabalho de assessoria técnica para as empresas do setor calçadista. Com a opinião desse consultor, classificamos a lista em três grupos quanto ao porte, segundo o conhecimento desse consultor, em micro, pequenas, médias e grandes. Uma segunda opinião foi solicitada ao consultor do SENAI/CE, com relação a problemática da questão ambiental e da sustentabilidade, quais empresas em sua opinião eram mais conscientes e quais não aparentavam nenhuma preocupação ambiental e sustentável.

Segundo o consultor do SENAI/CE, as empresas da região do Cariri ainda não despertaram para a consciência ambiental. As médias empresas apresentam algumas ações por força da legislação, as pequenas raramente mostram preocupação ambiental e as microempresas, na grande maioria informais, não apresentam nada em relação a preocupação ou proteção ambiental.

A consultoria a qual recorreremos possui matriz em Recife e escritórios em todas as capitais do Nordeste, além de Belo Horizonte e Juazeiro do Norte. É certificada por Organismo credenciado pelo INMETRO na norma NBR ISO 9001 e trabalha com Sistema de Gestão da Qualidade, Ambiental e de Saúde e Segurança no Trabalho.

Com uma relação refinada das empresas, solicitamos que o representante da empresa selecionasse as empresas que a consultoria conhecesse a ponto de poder igualmente opinar sobre sua classificação quanto ao porte e sobre seu desempenho ambiental e sustentável.

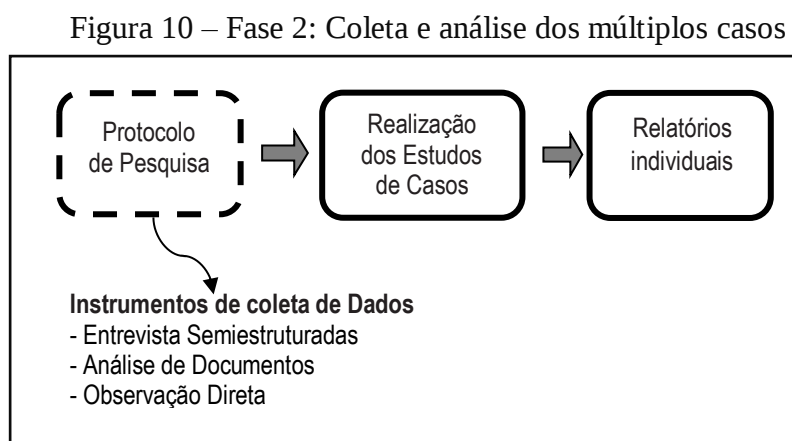
Com a relação final buscou-se um contato inicial, por telefone ou visita, com o seguinte propósito. Apresentar a pesquisa e solicitar a colaboração da empresa para participar da mesma. Oportunamente buscou-se o apoio do empresário para nos introduzir em uma outra empresa da nossa relação, o que nos abriu as portas das empresas pesquisadas.

Foram objeto do estudo de casos múltiplo, seis empresas que atenderam os seguintes critérios: Localização no Crajubar, porte segundo um dos critérios de classificação SEBRAE ou Estatuto da Microempresa, sendo 2 micros, 2 pequenas e 2 de médio porte, e fabricantes de calçados plásticos (PVC) ou acessórios plásticos para calçados, e por último, concordaram voluntariamente em participar da pesquisa.

3.2 FASE 2 - COLETA E ANÁLISE DE DADOS DOS MÚLTIPLOS CASOS

A Fase 2 do método de pesquisa compreendeu a obtenção de dados, que na estratégia de estudo de caso, segundo Yin (2013), requer um processo mais complexo que nas outras modalidades de pesquisa, pois os dados são coletados de pessoas, processos e instituições e não de um ambiente de laboratório. Por isso ele recomenda 3 princípios fundamentais para a coleta de dados nessa estratégia, que são: fontes de evidencias diferentes; criação de um banco de dados para o estudo; e encadeamento das evidencias.

A Figura 10 apresenta os elementos da fase 2 da pesquisa.



Fonte: Produção do próprio autor com base em Yin (2013)

A coleta dos dados compreendeu visitar cada empresa selecionada e, orientado pelo protocolo de pesquisa, realizar a entrevista semiestruturada com pessoas chaves para obter compreensão sobre a realidade prática das empresas. Essas pessoas foram os proprietários, gerentes gerais ou outros designados por um dos primeiros citados. A entrevista buscou coletar informações sobre os princípios da P+L que foram padronizados nessa tese.

A proporção que a entrevista progredia, quando o entrevistado fazia menção a algum documento, relatório, mapas, fluxos ou coisa semelhante, buscava-se a oportunidade de visualizar e compreender tal documento.

Por último observou-se diretamente os procedimentos da empresa, percorrendo o chão de fábrica, conhecendo cada setor, máquinas e equipamentos, registrando o fluxo e a lógica de produção, bem como identificando pontos onde os princípios da P+L eram ou tinham oportunidade de serem aplicados. Nesse momento, verificou-se como o princípio era aplicado pela empresa, embora a mesma não tivesse conhecimento sobre a P+L, quais as barreiras ou dificuldades e as boas práticas associadas ao princípio, para com isso agregar conhecimento para a formulação das diretrizes.

Após a coleta dos dados de cada caso, estes foram analisados e confrontados com a teoria para gerar os relatórios individuais de cada caso. Nessa análise individual, dúvidas por incompreensão ou aparente contradição entre a triangulação dos dados foram esclarecidas contatando o responsável pela empresa.

Nessa tese, cada caso é uma fonte de evidencia, assim como os diversos documentos analisados e as observações também são evidências diferentes. Não foi gerado um banco de dados no que diz respeito ao conceito técnico da ciência da informação, mas informações foram reunidas para análise individual de cada caso e também para a análise cruzada dos casos (seção 4.2), para encadeamento das informações e subsídio da proposta das diretrizes de implantação e gestão da P+L em micro, pequenas e médias empresas.

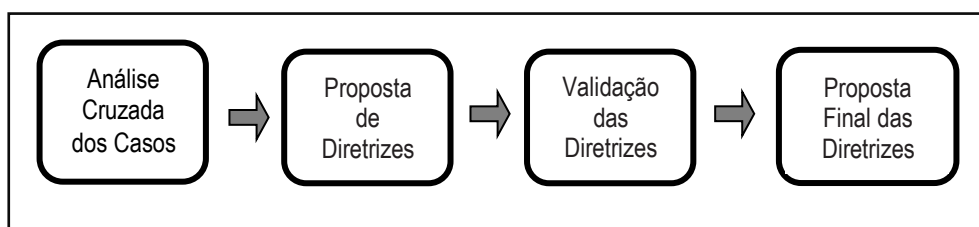
3.3 FASE 3: ANÁLISE CRUZADA E DIRETRIZES PROPOSTAS

A Fase 3 da pesquisa, conforme Figura 11, consiste em fazer uma análise cruzada dos dados de cada caso, e entre fontes de evidências diferentes em busca de uma fundamentação lógica. Concluída toda a investigação possível e analisado as implicações decorrentes do cruzamento dessas informações, elabora-se uma proposta de diretrizes para orientar a implantação e gestão da P+L em micro, pequenas e médias empresas produtoras de calçados plásticos.

A proposta de diretrizes será submetida a apreciação e validação por elementos com reconhecida capacidade de julgamento sendo eles: uma das empresas estudadas, selecionada a partir da análise individual, que apresentar melhor posicionamento ambiental; uma empresa de consultoria que seja certificadora da ISO 14000; um profissional com experiência em sustentabilidade, gestão ambiental e/ou P+L.

As observações decorrentes da apreciação do processo de validação serão usadas para promover mudanças e correções na proposta das diretrizes para que se escreva a proposta final e apresente a conclusão da pesquisa.

Figura 11 – Fase 3: Análise cruzada e proposta de diretrizes



Fonte: Produção do próprio autor com base em Yin (2013)

4 ESTUDOS DE CASOS

4.1 - ANÁLISE INDIVIDUAL DOS CASOS

A análise individual dos casos procurará identificar padrões e *insights* relacionados ao referencial teórico de P+L e também identificar as boas práticas explicações referentes aos elementos investigados, de modo a permitir comparações na etapa da análise cruzada dos casos.

4.1.1 Empresa A

A empresa está situada na cidade de Barbalha, e está classificada como microempresa por possuir 19 empregados. Foi fundada em 1995 como uma prestadora de serviços para a indústria de calçados, produzindo matrizes de alumínio para a injeção de calçados de PVC. Em sua razão social encontra-se a palavra matrizaria, para identificar o ramo de negócio da empresa, que a princípio se limitava a produzir moldes para injeção de material plástico.

A empresa atendia dez clientes regulares e outros seis eventuais, o que lhe rendia um fluxo contínuo no trabalho de produção de matrizes. A partir de 2014 o faturamento da empresa sofreu uma brusca queda, alguns de seus clientes enceraram suas atividades em decorrência da crise econômica, da qual não conseguiram superar. Dentre os dez clientes fiéis, apenas dois continuam, até o momento, contratando os serviços de matrizaria.

Em decorrência da diminuição da demanda de serviços, tornou-se imprescindível buscar novos clientes. Contudo, o avanço da tecnologia e da facilidade de crédito, permitiu que muitas empresas de calçados adotassem a estratégia de produzirem suas próprias matrizes e não mais recorrerem a terceirização desse serviço, uma vez que isso permitia que os seus projetos ficassem vulneráveis a serem copiados. Assim, ficou difícil desenvolver novos clientes, pois a grande maioria das empresas adquiriram tornos de comando numérico, popularmente conhecidos como CNC, e passaram a desenvolver seus próprios projetos de produtos e a fabricarem suas próprias matrizes.

A queda na demanda de serviços, juntamente com a dificuldade de adquirir novos clientes, impulsionou a empresa em estudo a encontrar um novo produto e redefinir seu negócio. Uma vez que já detinha o know-how na produção de matrizes, considerou oportuno passar a também produzir calçados injetados. Esse novo produto está em desenvolvimento na empresa, uma vez que o número de clientes ainda é considerado pequeno, os modelos são simples e de baixo custo, alcançando por enquanto um público popular de mercados, feiras, mercearias e

vendas de bairros. Além disso, o empresário reconhece que, na produção de calçados, ainda há muito que aprender e desenvolver nessa linha de produto, devido ao pequeno tempo de experiência nessa atividade produtiva.

Assim, a empresa passou de apenas um produto para os atuais três produtos distintos: um, a produção de matrizes para outras empresas de calçados injetados; outro, produção própria de calçados de PVC injetados; e por fim, a produção terceirizada para outras empresas.

A produção de matrizes é o produto inicial da empresa, que atualmente produz mais para si mesma, em razão do baixo volume de produção externa. A produção terceirizada, normalmente envolve uma negociação casada, produzindo a matrizes para injeção das partes de calçados, como solados e alças, nos diversos tamanhos da numeração de cada par, e a injeção das quantidades contratadas.

Como produtora de calçados a empresa se auto classifica como iniciante, mas seu proprietário está satisfeito com as oportunidades que esse novo produto trouxe para a empresa e acredita que há potencial para se desenvolver rapidamente. Possui uma carteira de clientes ainda pequena no que diz respeito a vendas externas de modelos próprios, e conta com a fidelidade de alguns, dos antigos clientes de matrizes, que terceirizam a produção de partes de calçados, como solados e alças, a serem injetados por essa empresa.

Quanto aos insumos de produção, a principal matéria-prima consumida pela empresa é o PVC, que pode ser adquirido nos seguintes estados: virgem, reciclado e sucata.

O PVC é virgem, quando tem origem na indústria dos fabricantes de PVC e tem como principal característica o fato de ainda não ter sido usado na fabricação de nenhum produto;

O PVC reciclado, caracteriza uma matéria-prima que já foi usada em algum produto e tem como origem, empresas que processam a reciclagem do PVC a partir da sucata, selecionando, classificando, limpando e triturando para oferta-lo em partículas apropriadas, para por meio da fusão dessas partículas de PVC, gerarem novos produtos, rígidos ou flexíveis.

O PVC é do tipo Sucata, quando tem como origem a coleta nos aterros sanitários das cidades e outros pontos de descarte ou de coleta de materiais recicláveis selecionados, e é fornecido na forma bruta tal qual é coletado no ambiente. Sua característica é a presença de impurezas e a necessidade de limpeza, seleção e classificação.

Dentre esses tipos de PVC, essa empresa consome, como principal matéria-prima em sua produção, o PVC reciclado em forma de material triturado, já no ponto de alimentar as injetoras. Cada injetora é capaz de produzir de 1.200 a 1.800 pares, em 10 horas de trabalho por dia, consumindo em média 10.000 quilos / semana de PVC reciclado.

Além do PVC reciclado, a produção consome outros elementos, genericamente

chamados de aditivos, para composição da formulação da massa do composto de fusão, tais como: lubrificantes, para reduzir o atrito intermolecular do polímero e diminuir a aderência da massa no corpo interno da injetora; pigmentos, para dar cor ao plástico; plastificantes, para atribuir características elásticas, que aumentam a flexibilidade e atribuem durezas diferentes ao produto final; carga, que tem como principal função aumentar o volume do composto a um baixo custo, como o carbonato de cálcio e o caulim, que também contribuem com propriedades de resistência a impactos, nos compostos rígidos, e aumentam a resistência a abrasividade.

O consumo ocorre na proporção das ordens de produção, não havendo como economizar matéria-prima, segundo a empresa. Tudo que é injetado gera produto, não há qualquer perda ou desperdício, toda injeção defeituosa e todo resíduo é reinserido no processo para reciclagem integral.

A empresa afirma haver uma carência na oferta de PVC triturado para reciclagem, dificultando encontrar fornecedores desse insumo de produção, em decorrência do seu elevado consumo na região do Cariri. A escassez na oferta desse tipo de PVC, é uma dificuldade enfrentada pela empresa que não possibilita a seleção apropriada de fornecedores, que é realizada pelo proprietário, e a empresa se sujeita a comprar de quem encontrar disponibilidade de fornecimento.

Embora exista uma grande variação de termoplásticos, para o tipo de produto que produz, a empresa não vê qualquer possibilidade de substituição da matéria-prima PVC, por outro tipo de polímero. O substituto direto é o PVC virgem, que inviabiliza sua aplicação pelo custo mais elevado que tem.

A empresa desconhece qualquer perigo do PVC, seja para o ser humano durante o uso, seja durante a produção ou no descarte do produto, após sua vida útil. Segundo o Instituto do PVC (2015), por ser uma resina inerte, seu descarte em aterros urbanos não gera qualquer problema ao meio ambiente, que não seja a acumulação.

Quanto ao uso de água, a empresa a utiliza para refrigeração das máquinas e uso sanitário em banheiros. Um reservatório de mil litros alimenta o sistema de refrigeração das matrizes, onde a água circula continuamente entre o tanque e a torre de refrigeração, através da tubulação que alimenta cada máquina. O sistema tem desperdício natural por evaporação, enquanto cai na torre de refrigeração. O desperdício é considerado mínimo e a empresa não possui informação com relação a esse consumo de reposição e de uso sanitário em banheiros.

A água tem como origem o fornecimento da rede pública do município e em relação aos insumos de produção é considerada de custo tão baixo, que não há qualquer preocupação com o seu consumo. Por conta dessa despreocupação não monitora gastos nem desperdícios com o

uso da água principalmente no uso sanitário.

A empresa considera que seu processo produtivo não consome água, uma vez que a água em circulação no sistema de refrigeração é considerada de volume constante, e porque nenhum outro processo consome água em suas atividades.

A principal energia motriz da empresa é a elétrica. Os motores elétricos, presentes nas injetoras e outras máquinas, produzem um efeito indutivo que prejudica a eficiência energética. Esse efeito, que é uma relação entre potência ativa e potência reativa, indica a eficiência com a qual a energia está sendo usada, conhecido como “fator de potência”.

Uma boa prática para eliminar o efeito indutivo é recorrer ao uso de um banco de capacitores para corrigir o fator de potência e garantir o uso eficiente da energia e alcançar menores custos de consumo. O principal benefício dessa prática consiste em evitar multas tarifárias por parte da concessionária de energia elétrica.

Assim, a cada máquina adquirida, a empresa procura adequar os bancos de capacitores a partir de estudos de carga e potência demandada por essa nova máquina, para evitar custos adicionais decorrentes de multas.

Além dessa preocupação com o banco de capacitores, a empresa não possui indicadores de consumo ou de desperdício de energia. A noção de consumo, reside no valor da conta mensal de consumo emitida pela concessionária de energia. Caso esse consumo ultrapasse a faixa entre R\$ 6.000,00 a R\$ 8.000,00, que é considerada normal para a empresa, se procura descobrir a causa do aumento, que quando associado a um aumento de produção é considerado normal e aceitável. Caso não seja decorrente de um maior uso das máquinas, alguma medida corretiva é tomada para evitar que a causa do motivo se repita no mês seguinte.

No geral, não há preocupação com o consumo de energia para produção, sempre que precisar usar qualquer máquina ou equipamento elétrico, será usado. Também não se desenvolve ações que possam contribuir com um menor consumo de energia elétrica além do que já faz o banco de capacitores.

Uma segunda energia consumida é o gás GLP (Gás Liquefeito de Petróleo), popularmente conhecido como gás de cozinha, que é uma composição gasosa obtida a partir do gás natural originário das reservas do subsolo, ou das refinarias de petróleo. A queima desse gás gera 11.500 Kcal por quilograma, é usada na fundição para derreter a liga de alumínio para produção de blocos para a usinagem. Identificou-se que para reduzir os gastos com o GLP, a empresa tem recorrido a queima ilegal de óleos automotivos descartados, que geram muita fumaça e fuligem.

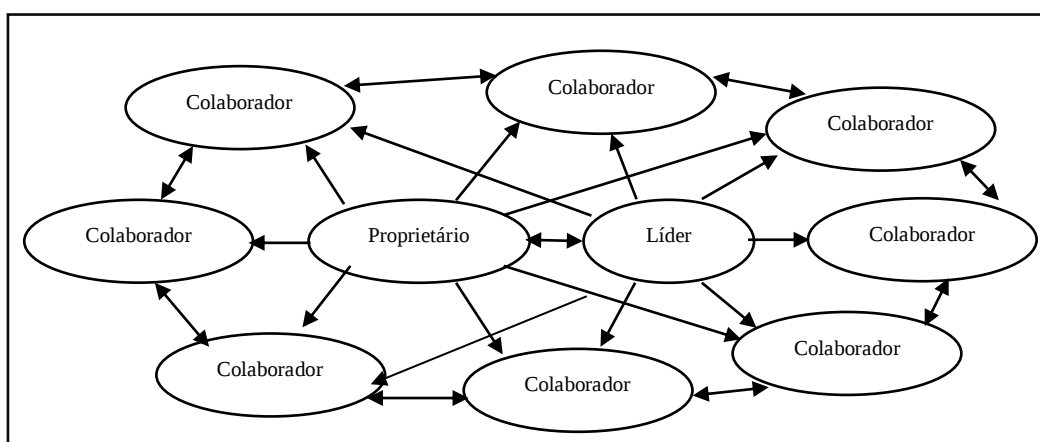
A empresa não possui organograma formal nem definições claras de funções, de

responsabilidades e de linhas de autoridade. É interessante observar que o proprietário adota uma estrutura semelhante à das modernas macroestruturas organizadas em rede, aplicada a nível de indivíduos. Essas macroestruturas organizacionais funcionam segundo uma lógica de organograma circular ou em forma de estrela, no centro da qual está a organização principal e em torno desta organização principal estão diversas outras entidades, que prestam serviços à primeira. A Figura 12 mostra essa organização.

O proprietário se considera um trabalhador membro da equipe, da qual ele juntamente com um líder, que é o principal profissional da matrizaria, ocupam o centro de uma estrela que gerencia toda a equipe de colaboradores em relação ao trabalho. Ambos garantem a linha de comunicação verbal, na qual os processos são executados e as pendências resolvidas ou contornadas, onde se busca o manter um relacionamento geral e saudável de cooperação para o bem-estar de todos na empresa e no contexto de suas famílias, como requisito para um bom desempenho individual e coletivo.

A empresa possui uma pequena estrutura de recursos e de mão de obra, o que faz com que o trabalho ocorra em um ritmo, no qual o proprietário avalia como “ninguém tem tempo para parar”. Em decorrência dessa visão, não há treinamento formal com relação a capacitação técnica, nem com relação a questão ambiental, que possa conscientizar os empregados e capacitá-los para evitar desperdícios, poluição e geração de resíduos. Para compensar essa falta de capacitação a empresa procura contratar pessoal que já possuam os requisitos requeridos, mediante experiência acumulada em trabalhos anteriores. Também não há avaliação de desempenho individual ou por setores. As observações, quanto a isso, são empíricas e só ocorrem quando se detecta algum problema já ocorrido.

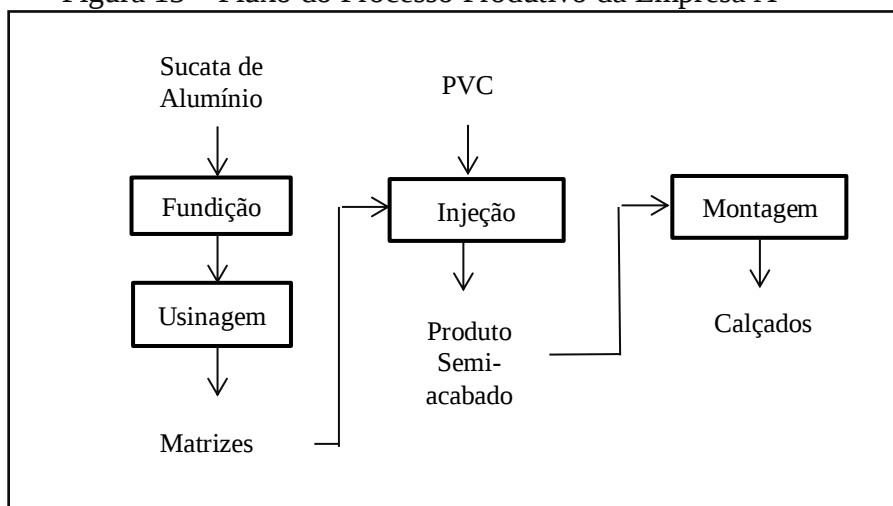
Figura 12 – Estrutura organizacional em semelhança de rede



Fonte: Produção do próprio autor com base em informações da empresa

Para produzir o calçado como produto final, a empresa possui quatro processos fundamentais, que funcionam em conjunto como um fluxo que segue uma lógica única, mas na prática podem ocorrer em etapas de dois processos cada. Ao todo, o fluxo compreende os seguintes processos: Fundição, Usinagem, Injeção, Montagem. As duas etapas possíveis são fundição e usinagem, seguida de injeção e montagem. A Figura 13 apresenta esse processo.

Figura 13 – Fluxo do Processo Produtivo da Empresa A



Fonte: Produção do próprio autor com base nas informações coletadas na empresa A

A Fundição não apresenta uso diário, ocorrendo sob demanda. A cada necessidade de produção de matrizes, alumínio e sucata de alumínio são derretidos até se obter o metal líquido que possa ser derramado em um molde. O molde é bastante simples, pois resume-se a uma fôrma quadrada que recebe o alumínio líquido. Quando resfriado naturalmente e solidificado, o bloco é retirado da fôrma. Quando frio a ponto de poder ser manualmente tocado é enviado para a usinagem.

A usinagem é o processo no qual, os blocos de alumínio são desbastados para formarem a fôrma de injeção. O desbaste é feito por máquinas do tipo tornos CNC (*Computer Numeric Control*) que são capazes de interpretar projetos feitos em ferramentas CAD (*Computer Aided Design*) e converter esse projeto, em um conjunto de coordenadas numéricas em três dimensões, a serem usadas pelos três eixos das máquinas CNC.

O Centro de usinagem produz a Matriz em duas metades, que juntas contém um molde vazio, esculpido no bloco de alumínio proveniente da fundição interna. Um conjunto de matrizes é produzido para cada coleção. Para os calçados de produção própria dessa empresa, os moldes se resumem a dois tipos: A matriz do solado e a matriz das alças, nos diversos

tamanhos da grade de venda.

A grade de venda consiste em um conjunto de pares que compreendem uma variação de quantidade de tamanhos e modelos. Não um padrão único de grade adotado pelas empresas fabricantes de calçados, cada empresa adota uma grade própria ou aceita a grade imposta pelo cliente na formalização do pedido. A Figura 14 exhibe dois exemplos de grade de calçados.

Figura 14 – Exemplos de grades de calçados

Quantidade	Tamanho	Modelo	Quantidade	Tamanho	Modelo
3	A escolher	Linha 62	2	34	Sapatilha
3	A escolher	Linha 51	3	35	Sapatilha
3	A escolher	Linha 80	3	36	Sapatilha
3	A escolher	Linha 55	3	37	Sapatilha
			2	38	Sapatilha
			2	39	Sapatilha

(a) 12 pares, 4 modelos para cada tamanho a ser escolhido. (b) 15 pares com numeração do 34 ao 39 para cada modelo escolhido.

Fonte: Empresa A

Na Grade (a), o cliente compra um conjunto de 12 pares com 4 variações de modelos e tem a liberdade de escolher livremente a numeração. Na grade (b), o cliente compra 15 pares com a numeração do 34 ao 39, tendo liberdade para escolher o modelo.

A injeção consiste em acoplar as matrizes prontas nas injetoras, que alimentadas com o PVC reciclado em grãos, injetam sob pressão, pelo método de extrusão a quente, o PVC derretido, no molde vasado na matriz para receber a forma do produto sólido.

As injetoras consomem o PVC virgem ou reciclado, sendo esse último, resultado de um material formulado, que mistura PVC triturado com aditivos para se obter a plasticidade com as características desejadas.

Por ser relativamente recente na produção de calçados, a empresa alega ainda está aprendendo a conhecer os processos de produção de calçados, pois era especialista em produção de matrizes. Ainda não faz uso de nenhuma ferramenta de auxílio para identificar desperdícios ou perdas de materiais e energia, ou a queda da produtividade, decorrente de problemas de gestão ou operacionalização da produção.

O processo não é considerado estável, uma vez que muitas adaptações ocorrem para que os clientes sejam atendidos a contento. Contudo não há indicadores de desempenho que possam contribuir com a melhoria contínua do mesmo.

Não há conhecimento, por parte da empresa, de ferramentas que possam ser usadas para

alcançar uma P+L, mas há um desejo e compreensão de que precisa desenvolver um programa de 5S para se organizar e manter-se voltada para uma produção mais eficiente.

O processo é monitorado apenas em relação a execução das ordens de produção. O controle de materiais em estoque é controlado visualmente.

A falta de conhecimento adequado leva a empresa a não reconhecer poluição em seus processos e a considerar insignificante suas emissões e descartes.

Com relação ao produto, não há impacto ambiental detectado durante sua utilização pelo consumidor, por ser considerado um produto atóxico e inofensivo quando em contato com a pele, contudo após sua vida útil o calçado de PVC, descartado em aterros, não se decompõe em condições normais de temperatura do ambiente, por ser um produto quimicamente estável, não-corrosivo, não-explosivo, não-inflamável e sem cheiro, podendo permanecer no ambiente por longos períodos de tempo.

Empresas que fazem uso do PVC reciclado, assim como essa, não descartam nem desperdiçam nada desse recurso, que é 100 por cento reciclável, todo resíduo em termos de sobra ou aparas, resultantes do processo produtivo, são acumulados para reprocessamento. Nenhum resíduo é descartado no processo de injeção dos solados ou alças.

Na usinagem das matrizes é gerado um cavaco de alumínio misturado com óleo de refrigeração, esse resíduo também é reciclado no processo de fundição, sendo novamente derretido e misturado ao alumínio para produzir blocos a serem usinados.

Assim, no que diz respeito a reutilização e reciclagem, a empresa recicla o PVC descartado na natureza e tudo que for resíduo ou sobra de PVC do seu processo produtivo interno, recicla também os resíduos da usinagem e a água de refrigeração das máquinas.

A fusão do PVC nas injetoras gera vapor que pode conter algum gás, mas a empresa desconhece o tipo e o possível dano que possa causar ao ambiente e ao homem, não havendo qualquer registro histórico de danos causados aos trabalhadores por conta desses gases.

No que diz respeito a gestão da empresa, como motivação interna, não se pratica nenhuma comunicação com o mercado, no sentido de divulgar algum zelo com o ambiente por parte da empresa. Não há conhecimento de equipamentos ou processos, relacionados à injeção do PVC, que sejam mais amigáveis ao ambiente, por poluir menos ou gerar menos resíduos e emissões. Contudo, a empresa admite que não tem buscado nenhuma inovação tecnológica, por entender que isso teria um custo que não pode absorver no momento.

Até hoje, a empresa não sofreu nenhuma multa dos órgãos de proteção ambiental, como a Superintendência Estadual do Meio ambiente (SEMACE), que é responsável pela política ambiental do Estado do Ceará. Apesar disso, a empresa se queixa que, tal órgão dificulta o

trabalho das empresas, por não prestar as devidas orientações, no que diz respeito a atender às exigências que ela requer para fornecer suas licenças.

O proprietário é responsável por monitorar os requisitos exigidos pela licença ambiental, para evitar multas, contudo não possui ações que reflitam a preocupação com o meio ambiente.

Em decorrência da observação direta, foi constatado que a empresa tem substituído o uso do gás GLP, por óleo queimado de motores, que possui um menor custo, mas gera uma quantidade bem maior de emissões, além de não ser legalmente permitido. A empresa admite que, embora o gás GLP seja a energia recomendada pelos órgãos ambientais, por ser um processo mais limpo em termos de fumaça e fuligem, tem optado por um combustível alternativo proibido, que implica em um funcionamento clandestino da fundição e produz muita emissão e sujeira no ambiente de trabalho.

Não há definição de políticas internas para buscar uma P+L, nem se faz uso de qualquer indicador voltado para a proteção do ambiente. Os indicadores existentes dizem respeito a quantidades produzidas, produtividade e custo de aquisição de recursos produtivos. A empresa reconhece precisar de ajuda externa para conseguir fazer um trabalho nessa direção, pois julga que com a limitação de recursos, só consegue direcionar sua atenção para os problemas de produção do dia a dia.

A empresa não considera que seus *stakeholders* estejam interessados em proteção ambiental. Clientes só estão interessados em um menor preço de compra, fornecedores em lucratividade, governo em taxas e multas que possam ser arrecadadas.

Assim, não há relacionamento de parceria entre empresa e órgãos governamentais em busca de um mesmo objetivo de proteção ambiental.

Também não há cooperação entre a empresa e instituições de pesquisas, no sentido de desenvolver treinamentos, aprimorar processos e trazer novos métodos e novas tecnologias.

4.1.2 Empresa B

A empresa B está presente no mercado desde 1998, iniciou suas atividades produzindo sandálias de PVC do tipo havaianas. Em períodos de alta produção, a empresa costuma atingir um efetivo de 480 empregados. Contudo, atualmente a empresa considera que a crise político-econômica vivenciada no país é a causa da queda da produção, que levou a empresa a reduzir seu pessoal contratado para 100 empregados e mantém em operação apenas 20% da estrutura.

Localizada em Juazeiro do Norte, a empresa se classifica como média empresa. Contudo, afirma que, em termos de estrutura, se equipara a empresa de grande porte, com uma área de 21 mil metros quadrados e 10.282 metros quadrados de área construída.

Seu parque de injeção possui 25 injetoras convencionais e 4 giratórias, o que lhe dá uma capacidade de produzir 25 mil pares de calçados por dia de trabalho.

Com relação aos insumos de produção, o elemento água é consumido no processo produtivo com o propósito de limpeza das cabines de pintura, por ocasião da mudança de cor do produto na linha de produção. Solventes são pulverizados nas cabines para diluir a tinta fixada nas paredes e no suporte do calçado, com o amolecimento desse resíduo de tinta, a cabine recebe jateamento d'água para limpeza da tinta e do solvente. A água contaminada escoar para o sumidouro da empresa.

A água também é consumida para lavagem do material a ser reciclado, uma vez que esse material é do tipo sucata de PVC e apresenta muita impureza. O material é mergulhado em tanques com água, para amolecer a sujeira impregnada e saracoteado para largar a sujeira aderida. Essa limpeza melhora a qualidade do material triturado e o processo de injeção.

A água desse tanque de lavagem, quando julgada suja, é descartada para o sumidouro local da empresa e substituída por uma água limpa.

Outro uso da água no processo produtivo se dá no sistema de refrigeração das máquinas. O sistema de refrigeração conta com duas torres de resfriamento, nas quais a água é elevada ao topo e aspergida sobre aletas com inclinação para o centro da torre. As aletas e a altura da torre têm o propósito de aumentar o tempo de contato da água com a corrente de ar vertical, gerada pelo ventilador da torre, para que ocorra a perda da temperatura da água. Cada torre possui um tanque de recolhimento, que recebe a água em queda das aletas e alimenta, por bombeamento, a tubulação do sistema de refrigeração, que passa em cada máquina e retornam de forma circulante para o topo das torres de resfriamento. Esse volume de água do sistema é praticamente contínuo, a perda ocorre por evaporação e dispersão de vapor d'água, gerado pela combinação da aspersão com a ventilação durante sua queda, na torre de refrigeração.

Para garantir a qualidade do sistema, a água é periodicamente trocada para evitar que impurezas que caem nos tanques se acumulem nas tubulações ou nas máquinas.

O último consumo de água, não está diretamente relacionado a produção, uma vez que diz respeito ao volume consumido na higienização de banheiros, refeitórios e limpeza geral da fábrica. Esse consumo aumenta na proporção que um maior contingente de trabalhadores é recrutado para atender aumentos de produção, contudo não se sabe a quantidade desse volume.

A água tem origem em um poço profundo, autorizado pela COGERH (Companhia de Gestão de Recursos Hídricos), tendo um consumo estimado, uma vez que não há relógio de medição, de aproximadamente 5.000 litros d'água por semana.

A COGERH exigiu um estudo técnico com relação as características do poço, e também o comprimento de suas exigências normativas, contudo não emitiu qualquer orientação para a empresa no sentido de atender as exigências legais.

O sistema hídrico da empresa, que supre sua demanda de água compreende um reservatório com capacidade para 60.000 litros d'água, mantendo uma reserva técnica de 17.000 litros para segurança em caso de incêndio, conforme exigência do corpo de bombeiros do município.

Em períodos de baixa produção, o consumo de água pode se tornar significativo. Para reduzir o consumo de água nesses períodos, duas importantes medidas foram tomadas. Primeiro eliminou-se o processo de lavagem da sucata. Foi implementando um sistema de peneiras, mais eficiente que a lavagem, que consegue reter da sucata suja e triturada, impurezas como resíduos de metais e areia. Em segundo lugar, um melhor planejamento da produção, em relação à programação da mudança de cores nas cabines de pinturas, pode reduzir no mínimo uma necessidade de limpeza da cabine. O plano consiste em programar a cor preta sempre por último, pois qualquer que tenha sido a cor anterior pintada, a cor preta a absorve sem sofrer contaminação, evitando assim uma lavagem da cabine de pintura na mudança de uma cor qualquer para a cor preta.

Toda água consumida pela empresa é descarregada para o sumidouro sem nenhum reaproveitamento ou qualquer tratamento. Embora atualmente não haja reutilização de água, se pensa em direcionar a água do sistema de refrigeração, para jardins e lavagem de áreas, quando for feita a substituição dessa água.

Embora esteja localizada em um distrito industrial de Juazeiro do Norte, não há infraestrutura, no que diz respeito a sistema de esgoto industrial para descarte de efluentes.

Com relação ao elemento matéria-prima a empresa consome os seguintes: PVC virgem e reciclado, EVA (*Ethylene-Vinyl Acetate*), Tintas, Solventes, Pigmentos, Tecidos, colas, embalagens de papelão individual e coletivas. O PVC é a principal matéria-prima dos produtos da empresa e é consumido nos tipos virgem e reciclado.

Os produtos da linha convencional, que inclui sapatilhas, alças e enfeites, são todos produzidos com o PVC virgem, que atribui melhor qualidade ao produto com relação a brilho e flexibilidade. Já os produtos da linha rasteira, os solados de PVC expandido são todos produzidos com o PVC reciclado.

Como principal matéria-prima, o PVC não possui alternativas de substituição que não seja com relação a origem virgem ou reciclado. A seleção do fornecedor se dá em decorrência do volume a ser comprado de cada tipo de PVC e é de responsabilidade do gerente de produção, que procura conciliar a qualidade com o custo a cada negociação de compra.

O PVC virgem, que é comprado em pequena quantidade, possui uma melhor negociação com o fornecedor do Estado da Bahia. Quando em grandes quantidades, os fornecedores do Estado de São Paulo permitem uma melhor negociação de prazo de pagamento.

O PVC reciclado é produzido pela própria empresa a partir da aquisição de sucatas de PVC. Essa estratégia garante um PVC reciclado de menor custo e melhor qualidade. Assim, a empresa adquire sucata de PVC em volumes de acordo com sua demanda de produção. Na baixa estação de produção é comprado uma média de 3 cargas de 14 toneladas por semana. Esse volume é atendido por um fornecedor de Juazeiro do Norte. Na alta estação, a empresa complementa sua necessidade comprando de um fornecedor de Manaus, que entrega mais 2 cargas entre 18 e 20 toneladas por semana de sucata de PVC.

Uma vez que a sucata de PVC é a matéria-prima para produzir o PVC reciclado, a empresa se encarrega de fazer a triagem da sucata, classificando e selecionando os diversos tipos de sucata, para limpar e triturar em misturas para fusão de PVC rígido e flexível.

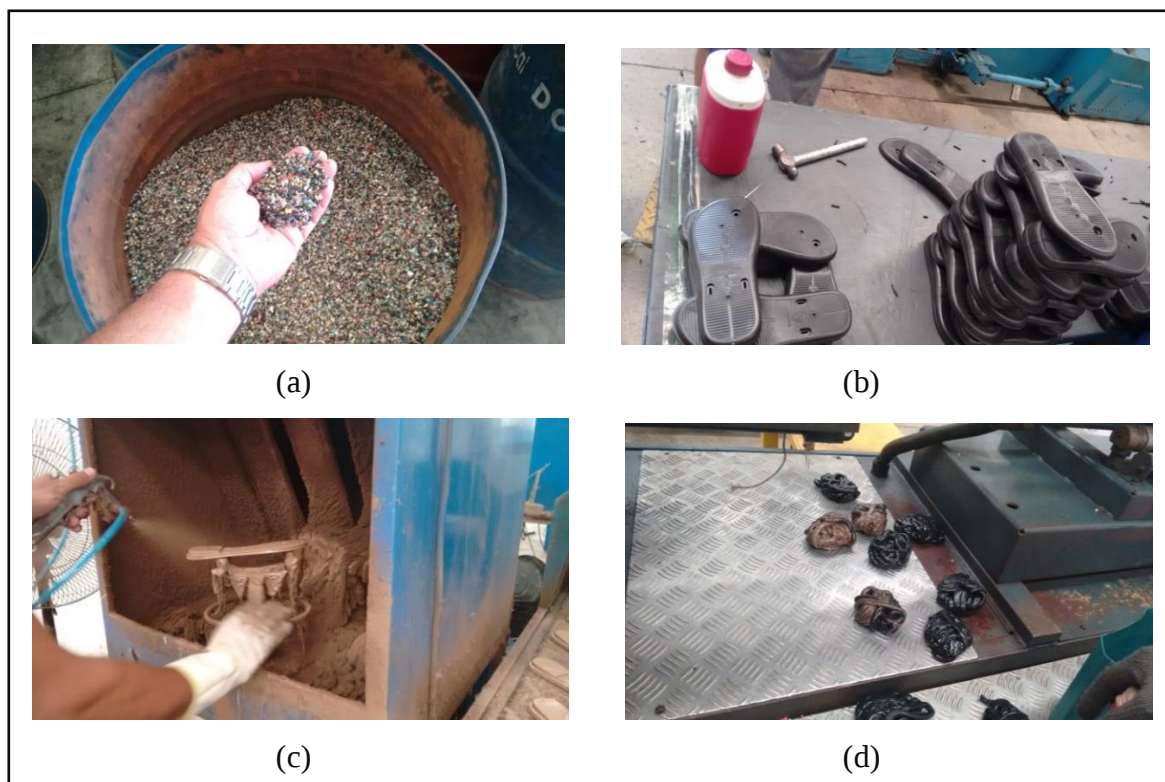
A sucata tem praticamente zero de refugo e 100% de aproveitamento do PVC. O refugo de sucata resultante da triagem é usado como material combustível para derreter o PVC encontrado em capas de fios elétricos e semelhantes. O que sobra de metal é acumulado e vendido a coletores de metais recicláveis.

No tocante a uso das tintas para PVC, é possível praticar a melhor seleção de fornecedores, e de itens alternativos de mesmo desempenho, com base no critério de escolha da melhor negociação de preço, prazos de pagamento e de entrega dos itens.

Quanto aos desperdícios de matéria-prima, as operações de *setup* são apontadas como as principais causadoras de desperdícios. Quanto mais o planejamento e controle da produção (PCP) inserir *setup*, para atender os pedidos de venda, mais desperdícios ocorrem.

A Figura 15 mostra alguns desperdícios associados a pintura e injeção.

Figura 15 – (a) PVC reciclado; (b) solado injetado; (c) Cabine de pintura; (d) limpeza do canhão de injeção



Fonte: Empresa B

O PVC reciclado é multicolor (a) consumindo um pigmento que prevaleça sobre todas as cores. A cor preta é a que melhor cumpre essa função, por isso os solados são injetados nessa cor (b) e a cor final desejada é obtida por pintura. Desperdícios ocorrem com o acúmulo de tinta, na cabine de pintura, resultante do processo necessário para atribuir a cor final desejada aos solados (c). Também ocorrem com o uso de solventes e água para limpeza da cabine, com o consumo de pigmentos, que possuem custos elevados, por ocasião da mudança de cor do PVC virgem nas injetoras, o processo de limpeza do canhão de extrusão, precisa expelir todo o resíduo de pigmentos da cor anterior a desejada, eliminando um PVC contaminado (d), que era virgem mas a partir disso só poderá ser reciclado na cor preta, perdendo a qualidade de virgem.

Outro tipo de desperdício identificado refere-se ao consumo de energia para limpar o canhão de extrusão e a energia necessária para triturar o PVC contaminado pela cor anterior, e a energia de movimentação da esteira de produção e das resistências de geração de calor usadas nas câmaras para reativar a cola em solados deixados na esteira em turnos anteriores.

A empresa pratica uma coleta seletiva interna de resíduos sólidos, tanto os que sobram ao longo do processo produtivo, quanto os originados nas dependências e funções administrativas. Uma parceria com a concessionária de energia no Ceará, a COELCE, autoriza que essa empresa

colete semanalmente esses resíduos selecionados, tais como papelão e plásticos de embalagens de insumos e o cavaco de alumínio, resultante da produção de matrizes. O valor comercial desses resíduos é acumulado durante o mês da coleta e deduzido diretamente do valor da conta de energia, a ser paga no referido mês.

Quanto ao perigo das matérias-primas, o EVA é considerado a mais perigosa na empresa, sendo um material derivado do petróleo, em caso de incêndio, suas chamas não se apagam e o material queima até seu total consumo. Em segundo lugar os solventes e tintas também são perigosos, tanto com relação a possibilidade de incêndio, quanto devido ao forte cheiro que exalam por conta de seus componentes químicos que, quando fora das especificações permitidas, prejudicam a saúde do trabalhador.

Preocupada com a saúde do trabalhador, a empresa desenvolveu uma parceria com o SESI (Serviço Social da Indústria), para desenvolver com seus técnicos de segurança do trabalho, normas internas de segurança para o manuseio de materiais perigosos, e ações para dissipar os elementos químicos que possam estar dispersos no ar, como a acetona e o acetato de etila. Para mitigar esses efeitos, a estrutura predial da empresa foi planejada e construída com um pé direito elevado e ventiladores, de 360 graus, foram instalados para dissipar os gases do ambiente e garantir um ar respirável com mais qualidade.

A empresa consome energia elétrica da demanda contratada da concessionária de energia elétrica do Estado, e programa sua produção evitando o horário crítico, compreendido entre as 17 h 30 min a 20 h 30 min, no qual o valor do quilowatt é o triplo do valor normal. Por conta dessa impossibilidade de produzir lucrativamente nessa faixa de horário, a empresa tem a intenção de adquirir um gerador elétrico, assim que as condições financeiras possam permitir isso, porém considera o momento atual inoportuno diante da acentuada queda na produção, cujo consumo de energia em alta produção representava 180.000 kW/h, contra os 38.000 kW/h atuais. Em termos de valores monetários, a empresa já pagou conta de energia de R\$ 112.000,00 reais, no período de alta produção, e atualmente com uma baixa produção, paga uma média de R\$ 38.000,00 em decorrência da crise econômica vivenciada no país.

Com a queda da produção e o surgimento da bandeira vermelha, na conta de energia elétrica, algumas medidas de redução de gasto de energia elétrica tiveram que ser tomadas, como a substituição de 70% dos refrigeradores de ar por ventiladores, a obrigação de desligar ventiladores e ar condicionado ao término dos turnos de trabalho, e a eliminação do turno de trabalho aos sábados.

A concessionária de energia disponibiliza um sistema de informação no qual, a empresa cliente pode acompanhar diariamente o desenvolvimento dos indicadores de consumo, e tomar

medidas preventivas e corretivas para eventos relacionados a cada indicador. O acesso a esse sistema de informação de consumo permite o monitoramento diário, dá eficiência energética e a identificação da ocorrência do possível efeito indutivo, que requer ações corretivas imediatas no banco de capacitores, para evitar custo com multas.

Quanto ao elemento Recursos Humanos, a empresa possui organograma formal com três níveis hierárquicos, Diretoria, Gerência e operacional.

A diretoria é composta pelos proprietários e acionistas da empresa. Quanto ao nível gerencial, a empresa considera estratégico, para obtenção de um melhor desempenho operacional, que seus gerentes tenham formação superior em engenharia de produção ou administração de empresas. É requerido de seus gerentes que mantenham constantes estudos que possibilitem a melhoria em relação a tempos e movimentos, métodos, processos, programação e controle da produção e planejamento de treinamento do pessoal.

O pessoal operacional é rigorosamente selecionado. O processo começa com a análise do currículo, seguida de entrevista. O candidato pré-selecionado tem que provar sua habilidade para a função mediante teste operacional de três dias, nos quais ele precisa alcançar as metas estipuladas de produção.

A partir das carências, percepções ou dificuldades de desempenho profissional, a empresa planeja e executa treinamentos de acordo com essas demandas, para capacitar, corrigir e formar mão de obra, para atender as especificidades de trabalho da empresa. A cada lançamento de coleção, ocorrem treinamentos para assimilar o processo, avaliar de cada etapa e providenciar correções, diante de oportunidades de melhoria que surjam ao longo do sequenciamento das tarefas.

A empresa considera que manter seus recursos humanos constantemente bem treinados é fundamental para o melhor desempenho da empresa e para manter o empregado motivado e consciente do seu papel e da importância do seu desempenho. Um sistema de som interno, no estilo programa de rádio, além de transmitir música ambiente, faz chamadas para treinamentos e procura motivar o trabalhador quanto a importância de um trabalho bem feito, mantendo-o consciente dos cuidados a serem observados e do seu valor humano como membro da equipe.

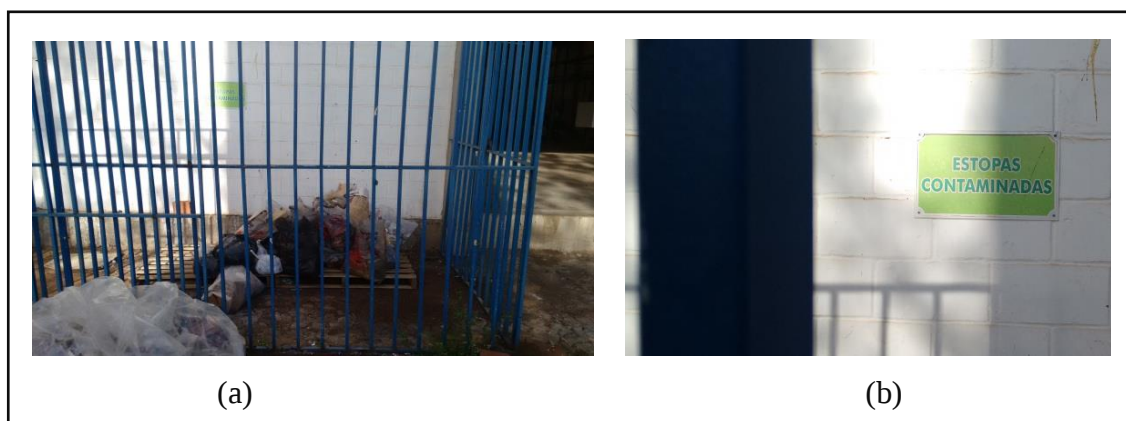
Um setor que requerer pessoas constantemente treinadas e monitoradas, pode ser exemplificado pela serigrafia, no qual a limpeza das telas e das mesas de serigrafia é feita com o uso de solventes e estopas, elementos que são perigosos à saúde humana e potencializam o risco de incêndios no chão de fábrica, além de contaminar o ambiente, onde quer que entrem em contato com o solo. As estopas utilizadas são recolhidas imediatamente após uso e separadas em um local apropriado e externo ao chão de fábrica, para evitar a contaminação do ar do

ambiente de trabalho, reservado para o descarte provisório, protegido por grades para minimizar o risco de incêndio, onde aguardam serem recolhidas para incineração por terceiros.

Caso os empregados desse setor não tenham a manutenção constante do treinamento que envolve os princípios de manipulação e acondicionamento de materiais perigosos, o relaxamento humano potencializará os riscos desses materiais serem descartados com o lixo comum e contaminarem o meio ambiente.

A Figura 16 (a) mostra o local, de descarte provisório das estopas contaminadas com solventes, protegido e bem identificado (b), onde aguardam a coleta, por parte da empresa contratada e responsável pela incineração.

Figura 16 – Local de descarte das estopas contaminadas com solvente (a), ampliação da identificação da área (b)



Fonte: Empresa B.

Quanto ao papel dos *stakeholders*, a empresa alega não receber nenhuma pressão, da parte de clientes e fornecedores, que não seja relacionada a obter ganhos financeiros para ambos os lados, até mesmo a troca de determinados resíduos por descontos na conta do fornecedor de energia, parece beneficiar mais o fornecedor. Quanto aos órgãos governamentais, como Ministério do Trabalho, Prefeitura e Secretarias, a empresa reclama não haver parceria, no sentido fornecer orientações de melhorias no desempenho ambiental, o papel desempenhado por tais órgãos públicos, mais parece buscar exclusivamente o interesse no recolhimento de impostos e taxas de licenciamento.

Uma licença operacional, que segundo a empresa tem um custo elevadíssimo, já tendo pago R\$ 10.000,00 reais, chegava a demorar dois anos para ser liberada pela Secretaria do Meio Ambiente Estadual (SEMACE). Em 2012, essa licença foi descentralizada para as secretarias municipais, como exemplo a Secretaria do Meio ambiente de Juazeiro do Norte (MAJUR). Embora o tempo de liberação tenha sido reduzido, não ocorreram mudanças de postura.

A MAJUR, segundo a empresa, nunca fez vistoria, ou prestou serviço de orientação à empresa. Contudo, anualmente visita a empresa no período de renovação da licença ambiental, para solicitar o programa interno de gerenciamento de resíduos e emissões (PGR), que contém as informações sobre o destino dos resíduos da empresa, mas não contribui com a possível melhoria desse programa, fornecendo informações sobre novas tecnologias e orientações sobre alternativas de procedimentos.

O setor administrativo é responsável pela observância da validade das licenças, enquanto a gerência da produção procura manter os padrões de especificações exigidos.

No que diz respeito aos processos, a empresa se julga madura o suficiente, pelos anos de experiência que possui no mercado, para ter domínio sobre o mesmo, e procurar aperfeiçoar e melhorar seus processos de produção, por meio do uso do conhecimento técnico de seus engenheiros de produção.

A cada lançamento de produto, a engenharia de produção planeja, testa, corrige e aperfeiçoa o processo para o novo produto e desenvolve metas específicas, para cada posto de trabalho. Essas metas servirão de indicadores de desempenho e medidas de eficiência.

Quando o produto entra em linha de produção, as metas são observadas e a partir das dificuldades ou facilidades de atingi-la, o processo é corrigido para permitir uma gestão realista e eficiente. O aperfeiçoamento do processo ocorre pelo confronto das metas planejadas pela teoria, com as médias alcançadas com a produção real. O desempenho é analisado para que as causas das divergências sejam corrigidas na prática ou na teoria para ajustar o processo. Uma vez que a principal preocupação é com o desempenho e a eficácia, usa-se ferramentas como estudo de tempos e movimentos e avaliação de operações, sem que a preocupação ambiental seja considerada como foco principal.

Uma recente mudança para atender o período de queda na produção, foi a ampliação da esteira de produção de 34 para 54 metros. Tal mudança permitiu concentrar todos os processos na mesma esteira, evitando operações separadas e permitindo uma gerência mais eficiente.

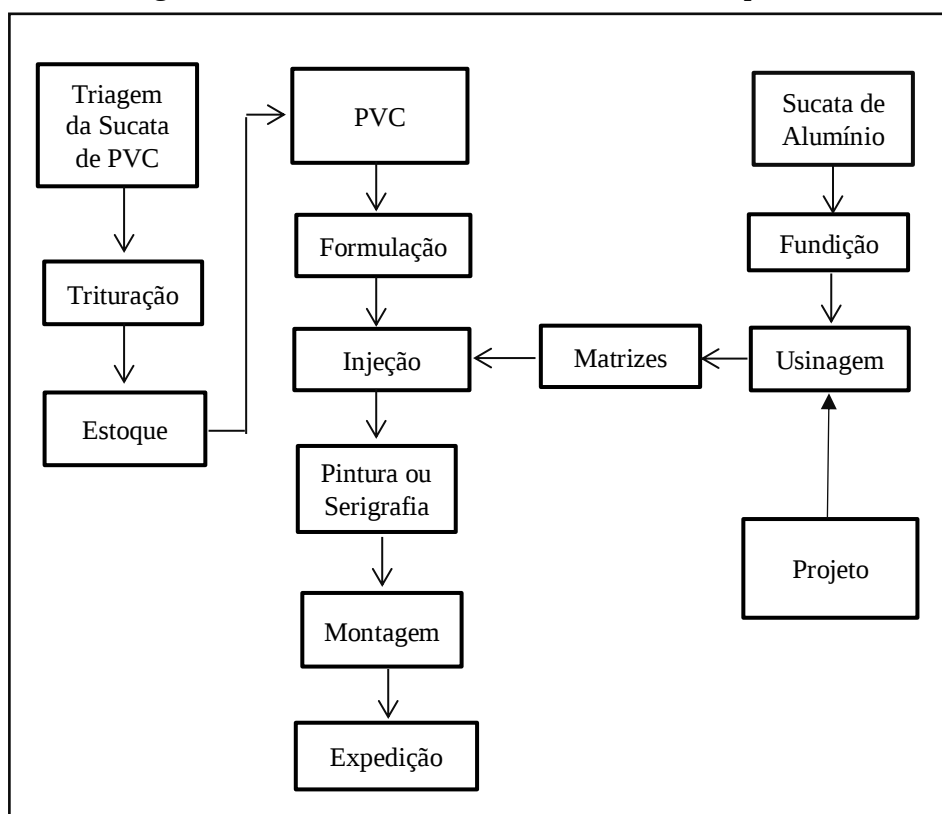
Desperdícios ocorrem, mas são considerados naturais e mínimos para o processo praticado. Não são identificados ao longo do processo geral, em relação ao PVC que é 100% reciclado. São considerados desperdícios o acúmulo de tinta na cabine de pintura, o solvente nas estopas descartadas e a qualidade de virgem do PVC. Um melhor planejamento pode melhorar a eficiência do consumo de materiais necessários ao atendimento de cada pedido.

Contudo, há uma consciência no sentido de evitar que materiais poluentes sejam descartados no ambiente e os grandes vilões da empresa são os solventes, as tintas e a cola.

Os solventes são descartados juntamente com o escoamento da água de lavagem das cabines ou pelo uso de estopas de limpeza encharcadas. Essas estopas contaminadas são recolhidas em local apropriado até seu recolhimento por uma empresa de incineração da região, que providencia a queima dessas estopas e emite um certificado que atesta que o referido material não foi descartado no ambiente.

A Figura 17 mostra o processo produtivo da empresa B.

Figura 17 – Fluxo do Processo Produtivo da Empresa B.



Fonte: Produção do próprio autor com base nas informações coletadas na empresa.

A empresa não conseguiu dar destino aos resíduos de tintas e colas. As tintas são descartadas com a água de lavagem ou são acumuladas em forma de borra e coletadas pela limpeza urbana assim como os resíduos de cola, consequentemente esses elementos são descartados no aterro sanitário da cidade. A solução, apontada pela empresa, para evitar esses contaminantes seria sua substituição por produtos à base d'água, já existentes no mercado e que atendem as chamadas “normas verdes”. Entretanto a adoção dessa prática enfrenta a barreira econômica de apresentarem elevados preços de aquisição, por conta do seu aspecto inovador que atribui certo estrelismo ao produto, e acarreta em perda de lucratividade.

Quanto ao elemento de gestão, a empresa sente a falta de informações que possam capacitar os operadores de máquinas, para uma maior conscientização ambiental, uma vez que usa equipamentos convencionais, comum a toda empresa de calçados plásticos injetados.

A empresa não faz uso de uma comunicação efetiva com o mercado, que divulgue suas ações ambientais. Sua página na internet tem com propósito exibir seus modelos e facilitar o processo de compra por parte dos revendedores.

Não há tratamento de águas usadas, por motivo de questões ambientais. Isso elevaria o custo da água, que atualmente é composto apenas pelo valor do consumo da energia elétrica usada para movimentar a bomba hidráulica usada no poço profundo.

Embora não tenha sofrido multas ambientais, a empresa se queixa do elevado custo de obtenção das licenças operacionais, considerado injusto e sem retorno, pois a empresa nunca foi visitada pelos órgãos ambientais, nem mesmo para verificação da documentação ambiental exigida.

A empresa considera que é carente, em termos de ferramentas para suporte a decisão quanto à formas de produzir com menos impacto ambiental. Contudo, possui plano de gerenciamento de resíduos PGR, por exigência legal, mas que pouco contribui com a tomada de decisão, definindo apenas os destinos dos resíduos.

Com base no PGR, a gestão monitora a quantidade de resíduos gerados em relação ao volume de produção, mas admite que é carente em termos de indicadores ambientais mais específicos e eficientes.

Para produzir de forma mais limpa, a empresa admite a falta de informações, direcionadas para isso; a falta de melhores políticas públicas, que estimulem e subsidiem a adoção dessas práticas por parte da empresa; bem como um programa de treinamento específico para capacitar seu pessoal.

Para melhorar o desempenho ambiental em meio a atual situação do mercado, a empresa reconhece que primeiramente precisa melhorar seu desempenho financeiro para que tenha com que investir em busca desse ideal.

Reduzir custos tem sido uma constante preocupação, diante de um quadro econômico difícil, que tem enfrentado no mercado. A empresa acredita que com novos investimentos é possível reduzir custos relativos ao processo de produção, embora tais investimentos não sejam possíveis agora.

A tecnologia é considerada fundamental e é um alvo perseguido constantemente para buscar melhores e mais eficientes formas de produção, com mais rapidez, menor custo, etc.

No que diz respeito a motivação externa, por parte do governo ou parceiros tecnológicos, a empresa não conhece ações governamentais que incentive, oriente e direcione a empresa a produzir de forma mais limpa.

Na opinião da empresa, os órgãos ambientais só cumprem o papel de arrecadador, e não prestam qualquer orientação, ou incentivo para as empresas. O governo deveria criar um sistema de premiação que que incentivasse a adoção das de práticas mais limpas e mais amigáveis do ambiente por parte das empresas. Infelizmente o governo não cumpre nenhum papel facilitador como intermediário dessas ações.

Todo suporte financeiro da empresa é de origem própria, o que limita muito a adoção de práticas mais limpas, que requerem investimentos em máquinas, equipamentos e treinamentos.

A empresa não tem buscado parcerias com institutos de pesquisa ou universidades para aprimorar seu desenvolvimento industrial. Assim, também não faz uso de ferramentas de *eco-design* para projetar e desenvolver seus produtos.

Contudo, considera que seu produto é altamente reciclável e pouca coisa pode ser feita para torna-lo mais amigável ao ambiente.

4.1.3 Empresa C

A empresa deste estudo é classificada como microempresa e conta com 8 empregados, incluindo os dois proprietários, que se incluem na mão de obra da produção. Está instalada na cidade de Crato, tendo sido fundada em 2000 para produzir acessórios plásticos para a indústria de calçados. Com o desenvolvimento do *know-how*, passou a terceirizar a produção para empresas maiores, preferindo as já consolidadas no mercado.

A empresa faz exclusivamente a injeção dos produtos que produz, tendo que adquirir as matrizes de injeção de fornecedores ou usar as matrizes dos clientes que contratam a terceirização.

Seu produto consiste em solados de PVC, padronizados e sem identificação, que são usados genericamente por empresas produtoras de calçados do tipo modinha, que são calçados com uma grande variação de modelos que passam rapidamente pelo mercado. Outro tipo de produto injetado são os cabides expositores de calçados. Esses produtos podem ser vistos na Figura 18.

Os expositores ou cabides têm como propósito permitir que o calçado seja pendurado por par, em expositores metálicos dentro do ponto de venda. Outra função do expositor é manter o par unido, para evitar que os pés com numeração diferentes sejam trocados, uma vez que os

calçados que fazem uso dos expositores no ponto de venda, não utilizam caixa de papelão como embalagem.

Figura 18 – Produtos injetados pela empresa C.



Fonte: Empresa C.

A empresa foi formada a partir da associação de dois ex-empregados da maior indústria de calçados da região, que também se localiza na cidade de Crato.

Por terem bastante prática e conhecimento do processo de injeção, empreenderam seu próprio negócio ao perceberem uma carência na oferta desse tipo de acessório e de solados para os produtores de calçados do tipo modinha. Os calçados do tipo modinha utilizam PVC apenas no solado e são caracterizados pela linha rasteira, rostos de couro sintético com enfeites de PVC ou contas decorativas.

A empresa reconhece que a demanda é maior que sua capacidade de produção, contudo considera que no momento, teme fazer investimentos de ampliação, uma vez que não ainda não conseguiu desenvolver parcerias que tragam ganhos para ambos os lados e garantam o retorno do investimento.

Quanto aos insumos de produção, a matéria-prima consumida pela empresa é o PVC reciclado e os aditivos, que tornam o PVC mais rígido e resistente a abrasão, para ser aplicado

nos solados, ou torna o produto mais maleável e flexível, para ser usado nos cabides expositores e em alguns enfeites.

A empresa não adquire sucata de PVC, mas tritura os refugos e resíduos de PVC gerados no seu processo interno de injeção para serem reciclados no processo.

Quanto ao insumo água, este não é consumido no processo produtivo, a água utilizada para refrigeração da injetora, circula entre a torre de refrigeração e a máquina com o volume praticamente constante de uma caixa d'água de 1.000 litros. O demais uso da água, se dá no uso do banheiro sem informações sobre seu consumo. A água tem como origem um poço artesiano local sem informações técnicas sobre ele.

A empresa usa energia trifásica e não possui banco de capacitores, consumido a energia sempre que precisar produzir. Contudo, nunca produz após as 17 h, ficando assim fora do horário de maior custo do kW/h.

A empresa não está formalmente organizada e os proprietários participam livremente, como operários, de qualquer função que requeira a realização do trabalho. A mesma postura é requerida dos demais trabalhadores e se procura desenvolver um senso de equipe do tipo familiar, onde todos devem se considerar membro e sócio, fato que tem contribuído para uma baixa rotatividade de empregados na empresa.

Não há treinamento formal na empresa, mas os contratados possuem experiência anterior e possuem, como característica, a multifuncionalidade ou capacidade de atuar em qualquer parte do setor produtivo da empresa onde possam ser requisitados.

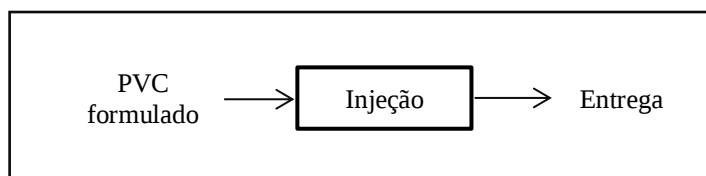
A empresa não faz uso de ferramentas de prevenção, que proteja o recurso humano e/ou o meio ambiente. Contudo, defende não possuir processos perigosos, usar materiais perigosos ou poluir o ambiente.

Quanto aos seus *stakeholders*, embora desconheça o termo, não percebe qualquer desejo de cooperação ou contribuição no sentido de proteção do meio ambiente, da parte de clientes, fornecedores e principalmente do governo que só busca receber os impostos e taxas que lhe compete.

Quanto aos processos dessa microempresa, eles são bastante simples, conforme mostra a Figura 19. Consiste na preparação do PVC reciclado, injeção e entrega do pedido. A preparação corresponde a fazer a fórmula, que é a mistura do PVC com aditivos, cada um em quantidades pré-definidas, para definição de dureza e flexibilidade e cor. A Injeção consiste em alimentar a injetora com a mistura preparada, para que por extrusão a alta pressão, o material de fusão, preencha os moldes das formas ou matrizes e por resfriamento rápido resulte no produto final. Esse produto é agrupado e embalado para entrega segundo o pedido do cliente.

A empresa considera que o processo está estabilizado e é o padrão de qualquer injeção por extrusão. A única flexibilidade diz respeito a mudança das matrizes e da formulação do material a ser usado.

Figura 19 – Fluxo do Processo Produtivo da Empresa C.



Fonte: Produção do próprio autor com base nas informações coletadas na empresa C.

A empresa desconhece a P+L, mas considera que contribui mais para limpar o meio ambiente dos resíduos plásticos, do que possa causar algum tipo de poluição. Essa crença, se dá em decorrência do seu produto ser feito de uma matéria-prima que não agride o meio ambiente em termos de causar danos à saúde de pessoas ou animais. O problema dessa matéria-prima é o fato de não ser biodegradável e passar muitos anos depositado na natureza. Portanto, quanto maior o número de empresas que consomem PVC reciclado, mais a natureza será limpa desse material. Uma outra razão está no fato do PVC ser 100% reciclável, o que sendo ele a principal matéria-prima da empresa, nenhum resíduo de PVC é descartado.

O manuseio do PVC reciclado não causa danos, que sejam historicamente conhecidos, aos operadores de injetoras, do mesmo modo que o uso dos produtos de PVC não provoca nenhum mal a seu usuário.

No que se refere à gestão, a empresa entende que é muito pequena, e em decorrência disso, o trabalho dos proprietários também é requerido como mão de obra operacional, fazendo com que estes não consigam focar sua atenção em outra coisa, que não seja em manter o sistema produtivo em constante atividade, tendo para isso que buscar pedidos, adquirir insumos de produção, produzir e entregar.

Sendo assim, os gestores, ocupados com o dia a dia operacional, continuam na inércia da informalidade, com relação à sistemas e normas organizacionais, e muito menos dispõem de tempo para focar sua atenção em ações que mostrem zelo com o meio ambiente.

O monitoramento diário da gestão consiste em acompanhar as quantidades produzidas e o consumo de matéria-prima. Caso a relação produto versus consumo apresente alguma alteração, uma investigação é feita para determinar as causas e definir que ações devem ser tomadas para corrigir ou alcançar o melhor resultado de produtividade.

A empresa considera que seu processo de injeção seja ambientalmente correto, pois o

funcionamento das injetoras não produz nenhum impacto que possa ser perceptível ao ambiente ou operador.

Com relação a possibilidade de reduzir custos, os gestores da empresa consideram impossível na atual estrutura da empresa e na configuração da economia do país se conseguir isso, pois seus maiores custos são referentes aos encargos sociais dos empregados e o elevado preço dos insumos de produção motivado pelas altas taxas de impostos. Somente com o desenvolvimento de ações cooperativas entre as empresas calçadistas, que favoreça a especialização de determinadas atividades produtivas e provoque um rateio da produção, é que possivelmente as microempresas possam reduzir seus custos e obter maiores lucros.

Caso essa cooperação venha a ocorrer algum dia, a tecnologia que é fundamental para o desenvolvimento e aperfeiçoamento das empresas do setor produtivo, poderá ser mais acessível às microempresas, fato que no atual momento a empresa não faz uso de qualquer tecnologia como *eco-design*, ou *softwares* de gestão operacional e administrativa.

Os gestores reclamam da falta de apoio, por parte do governo, para ajudar a microempresa a crescer. O sentimento dos gestores é que o governo parece trabalhar contra a capacidade das empresas para se manterem no mercado. Não há incentivos fiscais, nem financeiros, nem apoio tecnológico, nem fornecimento de qualquer informação ou insumo que possa oferecer melhoria em algum aspecto da microempresa, como estrutura para produzir e infraestrutura para instalar-se e escoar sua produção.

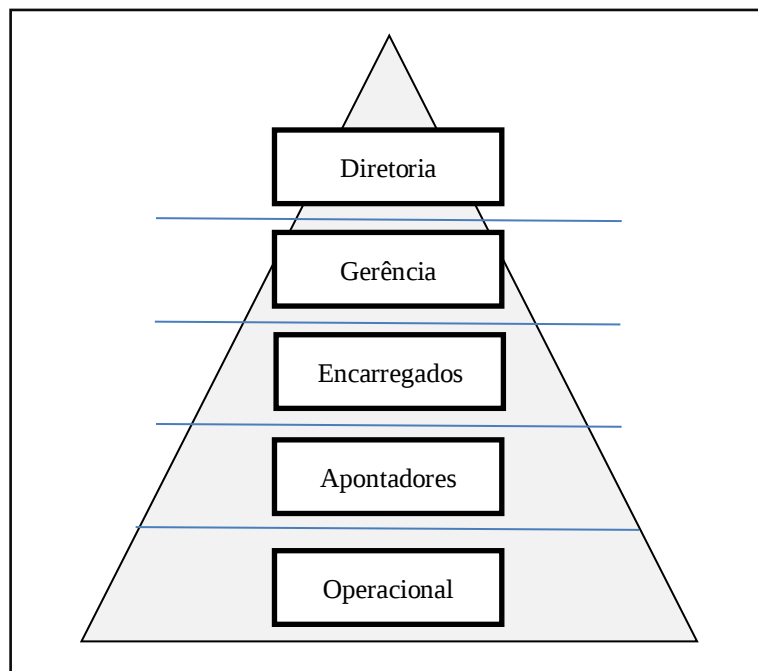
4.1.4 Empresa D

A empresa começou suas atividades produtivas em 1996, para produzir solados de PVC reciclado, estando atualmente instalada no Distrito Industriais da cidade de Juazeiro do Norte – Ce, em um espaço de 20.000 m² com 5 galpões construídos. Está classificada como média empresa com uma variação de 180 a 400 postos de trabalho ocupados, sendo o número atual de 264 empregados.

A empresa está formalmente organizada, o que segundo Cury (2012), implica em uma estrutura organizacional com componentes tais como: o sistema de responsabilidade; o sistema de autoridade e o sistema de comunicação. Não foi possível ter acesso ao organograma, por alegação de desatualização de sua representação gráfica, não sendo assim possível identificar os departamentos e suas linhas hierárquicas. Contudo, foi possível identificar os níveis hierárquicos do sistema de autoridade que definem o poder de decisão administrativo nas relações de subordinação. Então para qualquer que seja seu organograma na perspectiva

horizontal, que define departamentos e setores, os níveis hierárquicos ou verticais são os apresentados na Figura 20.

Figura 20 – Níveis hierárquicos da empresa D



Fonte: Produção do próprio autor com base nas informações coletadas na empresa D

A diretoria é composta pelo proprietário da empresa. O nível gerencial compreende a gerencia de produção e a gerencia administrativa financeira. Cada setor tem um encarregado que se responsabiliza pelo bom andamento do mesmo e responde por ele. Os apontadores são aqueles que coletam indicadores, que alimentam o sistema de produção com informações que permitem o gerente de produção comparar o consumo de matéria-prima com as quantidades produzidas e rejeitadas e detectar as necessidades de intervenção que precisem ser aplicadas em tempo real. O último nível operacional, de forma redundante, compreende as diversas atividades que mantém a fábrica em funcionamento.

Quanto aos elementos investigados em relação a princípios voltados para a P+L, observa-se que a água não apresenta consumo ao longo do sistema de produção, pois não há lavagens em nenhuma atividade dos processos produtivos. A água, usada para resfriamento do material injetado, circula entre as máquinas, a torre de refrigeração e a geladeira, em um sistema considerado circuito fechado e de mínima reposição. A água utilizada e consumida tem como origem um poço profundo, perfurado no terreno da empresa, legalmente registrado na COGERH (Companhia de Gestão de Recursos Hídricos), e seu consumo é decorrente de

atividades fora do processo produtivo, sendo usada no refeitório, na higienização de banheiros e na limpeza. Por conseguinte, a exceção da água confinada no sistema de refrigeração, não há reutilização nem reciclagem por meio de tratamento, das águas consumidas pela empresa e esses volumes e custos não são conhecidos.

O descarte das águas utilizadas ocorre por meio de dois sistemas diferentes. Um deles coleta a água usada das pias de lavagens e ralos de banheiros, para uma fossa e em seguida para o sumidouro. O outro sistema coleta as descargas de vasos sanitários para um tanque de decantação, que escoar para uma fossa e em seguida para o sumidouro. A empresa faz uso desses sistemas próprios de descarte em decorrência da falta de sistema de esgoto industrial na cidade de Juazeiro do Norte.

A empresa utiliza energia elétrica para iluminação, funcionamento dos motores das diversas máquinas, e aquecimento das resistências das injetoras, para fusão do termoplástico PCV. Para produzir seus produtos, a empresa possui uma demanda contratada de energia elétrica de 13,8 KVA e uma carga média de 8,8 KVA. A gestão do consumo de energia se dá a partir de um sistema de informação, disponibilizado pela fornecedora, no caso, a concessionária de energia do Estado do Ceará. Esse sistema possui alguns indicadores que permite acompanhar o consumo em tempo real, graças a medidores digitais instalados pela concessionária no ponto de entrada do fornecimento. Caso algum equipamento elétrico eleve o consumo, o indicador de consumo de kW/h apresenta uma distorção e o momento exato no qual o consumo foi elevado, permitindo um monitoramento capaz de fazer intervenções corretivas rapidamente.

A maior preocupação da empresa quanto a energia elétrica é não consumir no período de “fora ponta”, termo usado pela concessionária e impresso na conta de energia, para designar o período de tempo compreendido entre as 17 h 30 min e as 22 h. Nesse período o custo do kW/h tem tarifa mais elevada, por não contemplar a disponibilidade da demanda contratada. Produzir nessa faixa de horário sobrecarrega os custos de produção e por isso, como norma geral, é proibido e só ocorre mediante autorização superior que justifique.

Uma outra preocupação com a energia, diz respeito ao desempenho da eficiência energética, que pode ser prejudicada pelo efeito indutivo, causado no momento no qual cada máquina é ligada, mesmo quando no horário atendido pela demanda energética. Por conta dessa segunda preocupação, foi definido um procedimento para ligar as máquinas de maneira sequencial, onde primeiro é ligado o moinho, que tritura a sucata de PVC, em seguida, os tornos CNC, que elaboram as matrizes, sendo um de cada vez, e por último as injetoras, uma após outra. Com esse procedimento, o banco de capacitores supri a necessidade de energia extra para a partida desses motores, a partir da reserva de lastro de energia, sem que isso gere infrações

passíveis de serem penalizadas por multas tarifárias, por parte da concessionária de energia elétrica.

O setor de Recursos Humanos da empresa é orientado a proceder as contratações necessárias e autorizadas pela diretoria, seguindo um pré-requisito de qualificação mínima para cada nível hierárquico como se segue: formação de nível superior em Administração de empresas, Engenharia de Produção, bacharel em Informática ou equivalente para o nível de gerência; ensino médio, para o nível de encarregados e apontadores; ensino fundamental e experiência profissional anterior comprovada, para o nível operacional. Embora exija formação superior para seu pessoal de nível gerencial, a empresa não tem a política de financiar estudos para seus empregados.

Treinamentos, para elevar o desempenho da equipe de trabalho, ocorrem regularmente a cada 6 meses, em um esquema de turmas para que todos possam participar e ninguém fique de fora. Os treinamentos mais comuns buscam capacitar os gerentes e encarregados nas áreas de liderança, qualidade no processo, no produto e total.

Há na empresa um setor de criação e planejamento que funciona como laboratório de processos e é internamente chamado de “mini fábrica”. Sempre que um novo produto é desenvolvido, o primeiro treinamento de produção ocorre nesse setor, onde o processo é testado, analisado e as possíveis correções são feitas até que se defina um padrão de produção. Quando necessário, diante de alguma inviabilidade de produção, se busca parceiros para terceirização das etapas do processo que a empresa não conseguiu executar ou os investimentos necessários em equipamentos e recursos humanos não foram viáveis.

Uma vez aprovado o processo nessa mini fábrica, um treinamento geral é planejado e realizado com todos os envolvidos nesse novo produto. O treinamento é específico, para aprendizado do processo, mas oportunamente se orienta o operador a buscar sua máxima eficiência quanto ao uso dos recursos, para evitar excessos na geração de resíduos e desperdícios ao longo de todo o processo. Contudo, a empresa admite que esses treinamentos são motivados, mais por uma questão de ganho econômico, que por preocupação com a proteção ambiental, apesar de desejar alcançar o desenvolvimento sustentável.

Outro importante treinamento interno, de periodicidade trimestral, é o da brigada de incêndio, que é composta em média por 35 pessoas, sendo uma delas certificada pelo corpo de bombeiros estadual. Essa brigada bem treinada, já socorreu empresas vizinhas, debelando o fogo antes da chegada do corpo de bombeiros local. A empresa disponibiliza seu pátio e água para treinamentos de brigadas dos bombeiros do município. Observa-se que a água usada nesses treinamentos é desperdiçada e escorre no pátio sem nenhum reaproveitamento.

Percebe-se que apesar dos constantes treinamentos, nenhum é especificamente voltado para a P+L ou conscientização ambiental. Ainda assim, a empresa vê seu negócio como um grande reciclador do PVC descartado na natureza, pelos mais diversos tipos de usuários, gerando riquezas a partir do “lixo”.

Entende que por produzir a partir do descarte de terceiros, ela mesma não pode descartar nenhum dos seus resíduos, exceto estes dois: as estopas contaminadas com solventes, em quantidades médias de 200 kg mensais; e o filtro de ar da chaminé da fundição, que é trocado a cada 6 meses.

Com relação a seus *stakeholders*, a empresa procura atender não apenas os interesses dos acionistas, que no caso são os diretores, mas também atende os reclames ou interesses dos outros grupos de intervenientes.

Os clientes internacionais importam 60% da produção e exigem a comprovação de práticas limpas por meio de certificados ambientais emitidos pela secretaria do meio ambiente, ou de igual competência, que comprovem a não degradação do ambiente por parte da empresa.

Outros certificados requeridos, como os emitidos pelo ministério do trabalho, devem comprovar que a empresa não possui queixas trabalhistas, nem faz uso de práticas escravistas.

A Secretaria Ambiental requer da empresa, informações que permitam confrontar em termos de quilos, as quantidades produzidas com a compra da sucata de PVC e com o estoque de PVC, que na empresa, possui uma área com capacidade de estocagem de 380 toneladas. Em contrapartida, a Secretária Ambiental emite os certificados requeridos pela empresa, para comprovação de seu desempenho ambiental perante os demais grupos de *stakeholders* interessados.

Os fornecedores de sucata de PVC, principal matéria-prima consumida pela empresa, em decorrência de serem microempresas e associações de catadores de lixo, não fazem reclamações ou exigências significativas. Segundo a empresa, procuram apenas uma boa negociação que garanta um preço satisfatório por quilo. Por sua vez, os fornecedores de tintas, que são indústrias químicas de abrangência, no mínimo nacional, também são cobradas e fiscalizadas pelos órgãos ambientais, e procuram apresentar certificados emitidos por órgãos como IBAMA, Instituto Chico Mendes ou SEMACE. No geral, esses fornecedores procuram trabalhar em cooperação e satisfazer as exigências dos órgãos de proteção ambiental para ambos os lados do seu relacionamento comercial. A maioria dos fornecedores de tintas faz uso de recipientes retornáveis que eliminaram o descarte de vasilhames de tintas.

Quanto ao elemento matéria-prima, a empresa consome principalmente PVC, que compõe a maior parte de seus produtos, e outros materiais como tintas, solventes, EVA

(*Ethylene-Vinyl Acetate*), pigmentos, tecidos, esponjas, colas, caixas de papelão para embalagem individual e coletivas de pares.

Sendo o PVC a principal matéria-prima, aproximadamente 80% do consumo é de PVC reciclado, que tem como origem a sucata de PVC, proveniente da coleta dos descartes desse material, ao fim da vida útil dos produtos que compõe.

A região do Cariri não é capaz de fornecer toda a sucata de PVC que a empresa necessita, não se sabe se a região gera pouco descarte de PVC ou se não possui infraestrutura para concentrar os descartes e facilitar a coleta para reciclagem. Assim sendo, a demanda de sucata de PVC é suprida recorrendo-se a outros fornecedores, provenientes de vários estados, como Paraná, Maranhão, Pará, Tocantins, Goiás e Amazonas. Em decorrência da carência desse material, a empresa não consegue definir e adotar uma política criteriosa de seleção de fornecedores, ficando o setor de compras sujeito a comprar de acordo com a oportunidade e disponibilidade do fornecedor que tiver o produto.

A tinta é usada para atribuir por cobertura cor às peças injetadas com o PVC reciclado, que normalmente são as maiores peças do calçado, como solados ou sandálias modelos monoblocos, aqueles que possuem rosto e solado formando uma peça única. Isso por que o PVC reciclado, a partir de um material multicolor, tem que receber um pigmento escuro, normalmente o preto, para que adquira uma cor uniforme.

Nas cabines de pinturas se aplicam tintas à base de solventes, já no setor de serigrafia, se usa dois tipos de tintas, a depender do tipo de serigrafia. As serigrafias usam tintas à base d'água, quando a gravura a ser impressa é chapada e usam tintas à base de solvente, quando a gravura for de alto relevo. As tintas à base d'água são ecologicamente corretas, pois não exalam cheiro, não são tóxicas, nem agredem o meio ambiente, contudo são de custo mais elevado.

Os solventes são usados para diluição e limpeza, e constituem um dos insumos mais perigosos e agressivos ao meio ambiente. Sua utilização exala fenol por evaporação e requer o uso de EPI (Equipamentos de Proteção Individual), como luvas, máscaras e pasta protetora para a pele, são inflamáveis e contaminantes do solo.

O EVA e as esponjas, são usados em palmilhas, apresentam risco elevado em relação à incêndios, pois são difíceis de apagar em caso de combustão. Os pigmentos são usados na formulação para dar cor ao material injetado, por serem produtos químicos também requerem EPI para serem manipulados.

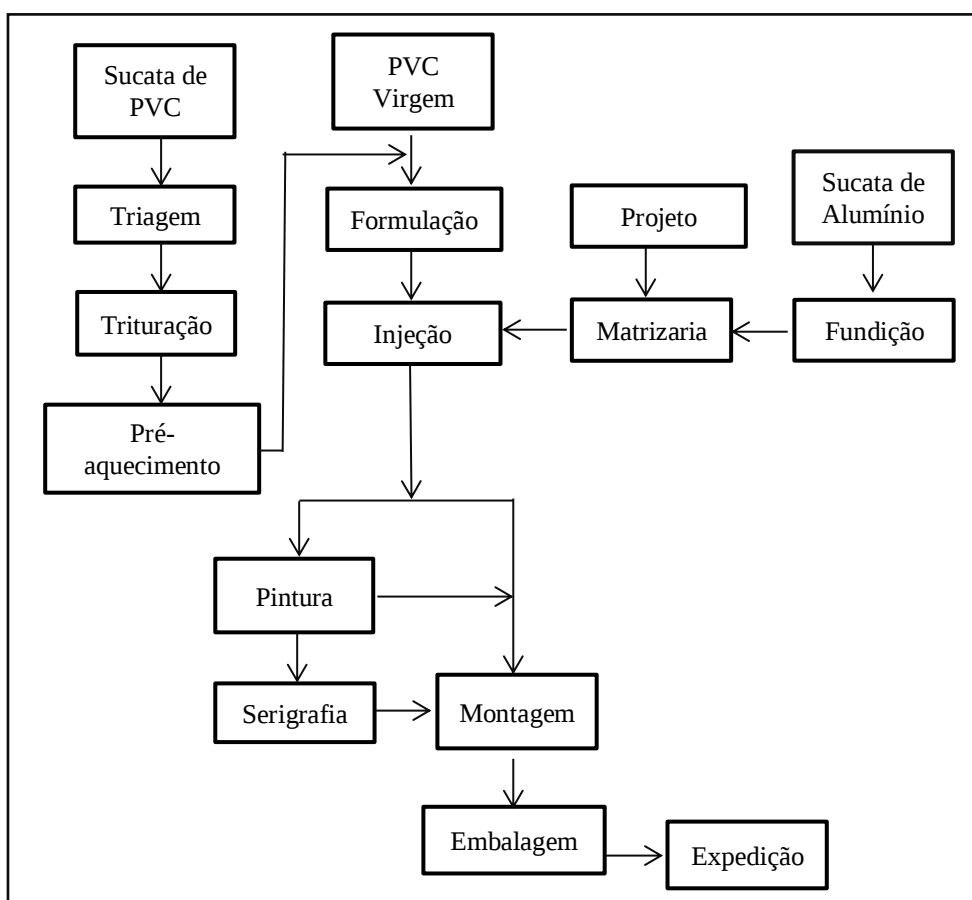
Não há alternativas de substituição do PVC como matéria-prima principal, segundo a empresa, e quanto aos desperdícios pouco ocorrem e estão relacionados a tinta que se acumula nas paredes e suportes da cabine de pintura. Também são computados como desperdícios a mão

de obra trabalhada e a energia elétrica consumida com produtos refugados por saírem das especificações. Esses produtos são reinseridos no processo para reutilização, recuperando 100% da matéria-prima.

Ao chegar à empresa, a sucata de PVC é descarregada na forma bruta em um galpão, onde o processo de triagem se dá início. A triagem consiste em classificar a sucata quanto a dureza do PVC e separar aqueles elementos que não são de PVC. Nesse processo nada é desperdiçado, a seleção e classificação geram materiais como PU (Poliuretanos), PE (Polietilenos), que por serem semelhante ao PVC, são por engano coletados pelos catadores dos fornecedores, e também alguns metais como alumínio, ferro e cobre, sendo todos nessa triagem separados e acumulados para venda a outros recicladores. Uma vez classificada a sucata é provisoriamente estocada por tipo de PVC rígido ou flexível e fica à disposição do processo de trituração.

De modo geral o processo produtivo da empresa segue o fluxo operacional representado na Figura 21.

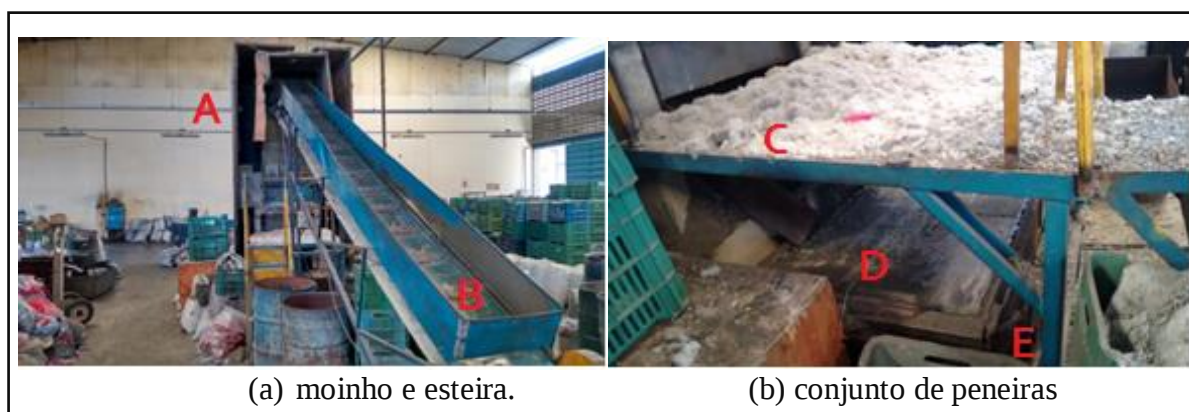
Figura 21 – Fluxo do Processo Produtivo da Empresa D.



Fonte: Produção do próprio autor com base nas informações coletadas na empresa D.

O processo de trituração ocorre em função da necessidade demandada pela produção e consiste em fragmentar a sucata de PVC sem qualquer limpeza prévia. O sistema consiste em um moinho vertical, letra A na Figura 22 (a), alimentado por cima por meio de uma esteira, letra B na Figura 22 (a), que recebe sucata de PVC rígido ou flexível, o que evidentemente produzirá grãos do mesmo tipo a cada operação de trituração. A trituração produz a quebra do material em pequenos grãos a ponto de causar, no atrito com as lâminas do triturador e entre os próprios fragmentos gerados, a separação de elementos considerados impurezas, como algodão de tecidos, metais e areia. O algodão é separado pelo ar provocado no deslocamento das lâminas de corte e retido em uma peneira, letra C na Figura 22 (b), os metais são atraídos por um sistema de eletroímãs, os grãos de PVC são retidos na segunda peneira, letra D na Figura 22 (b) e a areia precipita-se por gravidade para a gaveta mais baixa do sistema de peneiras, letra E na Figura 22 (b).

Figura 22 – Sistema de trituração do PVC



Fonte: Empresa D

Os grãos de saída do triturador são inspecionados e peneirados manualmente, quando necessário, para retirar alguma impureza que possa ter caído no recipiente, como alumínio, que não é atraído pelos ímãs, e são estocados em containers após receberem um pré-aquecimento, por meio de ar quente, para eliminar qualquer umidade nos grãos, que estarão prontos para aguardar sua requisição pela produção.

A característica do produto a ser injetado depende do processo de formulação, que consiste em gerar a mistura em quantidades percentuais dos grãos de PVC rígidos e/ou flexíveis, com aditivos para atribuir características de dureza ou flexibilidade e resistência a abrasão, e pigmentos para atribuir a cor na qualidade desejada. A formulação feita com o PVC reciclado sempre recebe o pigmento preto para uniformizar a diversidade de cores dos grãos. A formulação com o PVC virgem poderá receber o pigmento na cor desejada, e sua dureza ou

flexibilidade depende do percentual de aditivo de expansão adicionado na fórmula. É a mistura formulada que é alimentada nas injetoras para, por extrusão, gerar o produto de PVC.

O processo de injeção é feito por injetoras rotativas e convencionais. Cada injetora possui um recipiente afunilado que recebe a formulação preparada para cada produto desejado e alimenta o canhão de injeção, que é um fuso em um tubo aquecido por resistências para derreter o PVC a ponto de deixá-lo líquido o suficiente para percorrer os canais de injeção da matriz e preencher por completo e de forma uniforme o molde vazado na matriz com o composto de PVC fundido. Uma vez preenchida a cavidade do molde, um curto, porém necessário espaço de tempo de resfriamento é requerido para se retirar a peça moldada sem danificá-la.

As injetoras rotativas são assim chamadas por possuírem um carrossel, no qual um conjunto de matrizes circula na frente do canhão de injeção. São ideais para injetar peças maiores, que requerem um maior tempo de resfriamento. Assim, após cada injeção, o carrossel gira e o resfriamento continua na matriz que liberou o bico de injeção, enquanto outra matriz é posicionada para receber outra injeção. Outra vantagem é disponibilizar as matrizes, com a variação da numeração do calçado para cada coleção, de modo que sempre que o carrossel completar uma volta, uma grade terá sido injetada.

As injetoras convencionais trabalham com uma única matriz, que corresponde a um determinado número do calçado. Portanto, para produzir toda a grade é requerido uma injetora para cada matriz ou tantos *setups* quantos sejam necessários, o que torna o processo mais demorado para atender cada pedido.

Ao ser retirado da matriz, o produto é inspecionado e caso apresente algum defeito é separado para reprocessamento. Suas quantidades servem de indicador de desempenho e são monitoradas pelos apontadores do processo de produção.

Após inspeção, o produto segue dois possíveis fluxos. Setor de pintura, quando produzido a partir do PVC reciclado, ou setor de montagem, quando produzido a partir do PVC virgem.

O processo de pintura ocorre em cabines de pintura estrategicamente posicionadas, por meio de cálculos de tempo, ao longo da esteira de produção. Por conta da composição química das tintas e do solvente usado na diluição e limpeza, ventiladores direcionais foram posicionados ao longo da esteira, para criar um fluxo de ar que dissipe o fenol e proteja a saúde dos trabalhadores.

Alguns modelos fazem uso de estampas que são serigrafadas. A serigrafia é uma técnica de impressão por meio de uma tela impermeável vazada na área de impressão em regiões permeáveis que formam a imagem a ser impressa. A tinta é derramada sobre a tela e puxada com um rodo para alcançar a área permeável. Ao término da operação, o excesso de tinta é

devolvido ao balde de tinta e a tela é removida do suporte para limpeza do conjunto. O setor de serigrafia é o segundo maior consumidor de tintas e o primeiro consumidor de solventes, que são usados para limpeza das telas, suporte, mesas e diluição da tinta.

O processo de montagem compreende a junção de todas as partes que compõem cada modelo específico. O calçado em geral possui duas partes, solado e cobertura ou rosto. Alguns modelos não requerem montagem, pois já são injetados formando um monobloco. Outros simplesmente requerem a fixação de alças sobre o solado. Os mais complexos fazem uso de enfeites, palmilhas, entressolas, cadarços, fivelas, etc. envolvendo etapas de colagem.

Uma vez montado, cada pé é juntado para formar o par. Os pares são agrupados de acordo com a grade e embalados para entrega. A depender do modelo a junção do par é feita recorrendo a um dos recursos como garras de *nylon*, cabides, saco plástico, caixa individual ou caixa coletiva com colmeias. Cada pedido é formado por um conjunto de caixas coletivas devidamente identificadas.

O despacho compreende enviar aos clientes os produtos acabados, de acordo com a planilha de pedidos. Esse processo é feito pelo setor de expedição, que carrega o caminhão da transportadora de acordo com a logística de entrega feita por esta última.

No que diz respeito a medidas de eficiência, determinadas informações que são coletadas pelos apontadores a intervalos regulares de tempo, no máximo 1 hora, e usadas como indicadores para permitir uma melhor gestão do processo como um todo. Cada sub-processo do sistema de produção possui indicadores, que foram definidos como informações capazes de permitirem o monitoramento do processo e a identificação de problemas como gargalos ou qualquer atraso no tempo do fluxo de produção.

Alguns desses indicadores podem ser assim descritos:

- A quantidade de PVC moído é um indicador de desempenho para o setor de triagem e trituração. O volume de sucata recebido e selecionado é confrontado com o volume moído e estocado;
- Quantidade de peças refugadas pela triagem após a injeção. Representa um desperdício de energia e hora de trabalho. Indicam que o processo de injeção está falhando e requer investigação. A matéria-prima dessas peças é recuperada e reinserida no processo;
- Quantidade de peças refugadas pela pintura e serigrafia medem o desempenho do setor de pintura e denunciam que há problemas com a aderência da tinta na peça. A correção muitas vezes envolve a substituição da tinta com o fornecedor;

- Quantidade de peças montadas e embaladas é usado pelo setor de montagem e embalagem para confrontar com as quantidades do posto de trabalho anterior. O acúmulo de peças a serem montadas reflete o atraso do setor de montagem e embalagem;
- O estoque de produtos químicos, que supre o setor de formulação, permite controlar o nível de resposta ao atendimento das requisições de produtos químicos.

O formulador prepara a mistura dos elementos seguindo as quantidades especificadas na fórmula. Porém não há instrumentos que possam garantir que as especificações da fórmula foram seguidas sem erros, pois não há confronto das quantidades reais utilizadas com as especificadas na fórmula. O processo de formulação não apresenta indicador de desempenho perceptível.

A partir de medições constantes dos diversos indicadores de desempenho e de estudos de tempo ao longo de todo o sistema, os processos são aprimorados e reorganizados para eliminar gargalos, ajustar sincronismo, eliminar redundâncias ou corrigir operações com falhas. Quanto às técnicas de produção, a empresa busca fortemente seguir tendência do mercado para evitar obsolescência e procura agregar melhorias para dar vantagens competitivas para a empresa.

A empresa considera que seu produto é muito pouco impactante do ambiente, pois quando descartado após sua vida útil, não provoca alterações em nenhum componente do ambiente, a não ser a ocupação do espaço por períodos de tempo indefinido, em decorrência do PVC não se degradar facilmente. No entanto, sua atividade contribui para limpar o ambiente ao resgatar esse material, por meio de seus fornecedores, para que seja novamente reprocessado.

Durante o processo produtivo, alguns impactantes do ambiente podem ser elencados. A fusão do PVC produz gases de amônia, mas não há qualquer identificação das quantidades e dos efeitos dele a curto e longo prazo. As tintas e os solventes exalam fenol, que em quantidades elevadas são prejudiciais à saúde, contudo como são dissipados por ventiladores, não se sabe suas quantidades nem o quanto podem provocar alteração ambiental ao serem liberados na atmosfera.

O galpão de produção opera com 18 injetoras convencionais e 8 giratórias, com capacidade para produzir 25.000 pares/dia, consumindo entre 190 a 200 toneladas de PVC por mês, sendo 20% desse montante de PVC virgem, para uso na injeção de alças e enfeites. Atualmente a empresa opera com uma faixa de produção entre 11.000 e 12.000 pares diários, em decorrência da queda no mercado de vendas de calçados, o que levou o consumo de PVC para o mais baixo nível já praticado na empresa, de 100 toneladas ao final do mês.

No elemento gestão, a comunicação com o público de suas ações de contribuição com a sustentabilidade é feita por meio de um *website* que a empresa mantém com diversas páginas

na *internet*, no qual apresenta seus valores e produtos, e também faz uso de mensagens indicativas de produto reciclado nas caixas de embalagens dos produtos.

A atualização com relação ao uso da tecnologia aplicada a processos, produto e gestão é feita por meio da participação em feiras e eventos especializados em calçados como a FRANCAL - feira internacional da moda em calçados e acessórios e o SICC - Salão Internacional do Couro e do Calçado, para acompanhar a tendência do mercado.

A empresa, por meio de sua gestão, admite que a produção poderia ser mais limpa, se pudesse substituir o processo de serigrafia atual por um processo WTP (*Water Transfer Printing*), que é uma texturização de objetos sem pulverização de tintas e solventes, sendo portanto, um processo limpo. Tal processo consiste em utilizar um reservatório cheio de água, uma película com a imagem ou cor a ser transferida, uma base para fixação da película no objeto e um ativador que tem a função de cola. Contudo, o WTP apresenta custo mais elevado e produtividade menor.

Algumas melhorias têm sido feitas no processo para aumentar o desempenho ambiental, como a substituição da cortina de água, que se usava na cabine de pintura, por exaustor com filtro. Economizou-se água e a necessidade de tratá-la, para evitar a descarga dessa água contaminada. O filtro tem vida útil de 6 meses e quando descartado é incinerado juntamente com as estopas de solvente.

Quanto à redução de custos, a empresa considera que já pratica uma gestão, que busca constantemente trabalhar com os menores custos, razão pela qual algumas tecnologias não são adotadas por interferir em custos que reduziria sua competitividade.

Para a empresa, as políticas governamentais não trazem nenhuma motivação, para que a mesma desenvolva ou amplie seu desempenho ambiental. Não há incentivos fiscais para compra de equipamentos, que possam ser mais modernos e ambientalmente corretos. Não há nenhum fornecimento, da parte do governo público, em qualquer esfera administrativa que possa lhe atribuir o *status* de parceiro ou facilitador, pois o governo só cobra as taxas que lhe são devidas por direito.

A empresa se diz aberta para receber suporte acadêmico, contudo não tem buscado ajuda de instituições de ensino superior ou de pesquisas para desenvolver sua tecnologia. No máximo tem recebido alunos dessas instituições como estagiários nas áreas administrativas e de produção. Suas ações de melhoria não recebem suporte financeiro externo, sendo custeadas com recursos próprios, o que tem limitado a busca por tecnologia de ponta para o desenvolvimento de seus produtos ou para modernização de seu processo produtivo.

4.1.5 Empresa E

A empresa está situada na cidade de Juazeiro do Norte - Ceará, e está classificada como pequena empresa por possuir 58 empregados. Fundada em 2011, para dar continuidade as atividades de uma empresa industrial que estava em processo de solvência, herdou a experiência administrativa e de negócio que seus novos proprietários adquiriram quando ex-colaboradores da empresa anterior. Seu principal produto é o calçado de PVC expandido, estilo sandália havaianas.

Embora possa ser considerada uma empresa nova, por ter apenas seis anos de constituição, seus gestores possuem larga experiência no negócio por trabalharem no ramo há mais de trinta anos, representando, vendendo e produzindo calçados de PVC reciclado.

A experiência de seus gestores permitiu atribuir a empresa duas características das quais eles se orgulham. Uma, o próprio desenvolvimento no design e modelo de seus produtos. Outra, a prática da ética de não copiar os modelos da concorrência, pois é corriqueiro na maioria das empresas da região, segundo o gestor entrevistado, copiar o modelo de uma grande indústria instalada na Região do Cariri, que é considerada por seus pares, uma das principais referenciais do mercado nacional de calçados plásticos.

Os gestores argumentam que a qualidade dos seus produtos, tem permitido a empresa participar de algumas experiências de exportação para o mercado europeu e por isso há um forte desejo de aumentar sua participação no mercado internacional. Quando o assunto é exportação, eles mencionam as empresas de calçados chinesas como um referencial a ser buscado.

Com relação ao elemento água, este tem como origem o fornecimento da rede pública do município. Seu principal consumo é considerado pela empresa como decorrente da necessidade no uso de vasos sanitários e pias de higiene de mãos, pois não ocorrem banhos por parte dos funcionários, nem há refeitório na empresa que possa elevar o consumo de água da empresa. O volume desse consumo é descarregado no sumidouro, da empresa e infiltrado no solo.

A água usada na produção, embora seja necessária e indispensável para refrigerar as matrizes de injeção durante a produção de calçados, não é considerada um item de consumo pois estar enclausurada em um sistema de arrefecimento que, uma vez armazenada, a quantidade em circulação possui um volume praticamente constante. O sistema sofre naturalmente uma pequena perda por evaporação e semanalmente a água é complementada. Contudo, esse complemento não apresenta consumo significativo, em relação ao volume de produção.

Para garantir a qualidade, dessa água enclausurada, e evitar que impurezas se acumulem ao longo do sistema de arrefecimento, a empresa faz uso de um tratamento químico automatizado, com intervenções a cada 60 minutos. Uma empresa terceirizada presta o serviço de manutenção desse tratamento automatização.

Uma vez que nenhum outro processo faz uso de água em suas atividades e a complementação do sistema de arrefecimento é pequena, a empresa considera que o elemento água é insignificante em relação a seu valor quantitativo e monetário.

Pelo exposto, apesar de não usar nenhum indicador de consumo, que não seja a conta da concessionária de água do município, a empresa entende que já consome o mínimo possível de água, não podendo reduzir ainda mais. A água, como insumo de produção, não é um item preocupante, e por conta disso, não há esforço de reutilização ou reciclagem e nem ocorrem treinamentos ou orientação com os empregados, no sentido de economizar, preservar ou fazer bom uso da água.

Como fonte de força motriz a empresa só utiliza a energia elétrica, que apresenta um consumo médio mensal de aproximadamente R\$ 24.000,00. Outros indicadores de consumo, disponibilizados pelo *software* da concessionária de energia, permitem o monitoramento a cada hora e possibilitam ações corretivas aos consumos que fujam do padrão. Foi por meio desse monitoramento que a empresa aprendeu que as máquinas deveriam ser ligadas em ordem sequencial e não todas ao mesmo tempo. Para minimizar o consumo de energia, a produção é suspensa no intervalo entre 17:30 horas e 20:20, período no qual a energia tem um preço mais elevado. Quando a demanda requer o turno noturno, a produção, que encerra diariamente às 17:00 horas, reinicia às 22:00 horas.

A empresa considera que a eficiência elétrica é alcançada com a manutenção de máquinas e equipamentos elétricos e com a experiência adquirida ao longo dos anos. As ações, com relação as providencias relacionadas com o consumo de energia, são tomadas por um engenheiro eletricista terceirizado, que presta esse serviço à empresa, além de manter o banco de capacitores ajustado e dimensionado para reduzir o consumo. Assim, a empresa não reconhece que possa haver desperdícios de energia.

Em relação aos recursos humanos, a empresa possui um engenheiro de produção contratado, um engenheiro eletricista e um engenheiro químico terceirizados. Ao engenheiro de produção cabe o planejamento e o controle da produção, de forma constante e dinâmica, procurando harmonizar a real capacidade produtiva, com a demanda de pedidos que, segundo o engenheiro, é de 30 mil pares por semana.

Dos demais colaboradores da produção, não se requer qualificação específica, mas apenas experiência anterior para a função a qual vai ocupar. Não existe a função gerente, mas a de encarregado em um total de três. Os encarregados são empregados mais experientes, responsáveis e dinâmicos, que recebem a incumbência de manter o setor em plena condição de funcionamento.

A empresa não elabora treinamentos, mas analisa as ofertas de cursos ministrados regularmente pelo SENAI e pelo SEBRAE. Todo curso que a empresa julga de seu interesse é disponibilizado para os empregados, de acordo com o que compete a sua área de atuação. Os cursos de capacitação mais comuns, adquiridos pela empresa, são os de operador de injetora, mecânica básica, desenho industrial, ferramentas CAD e operação de CNC.

Com relação a treinamentos, que produzam um melhor uso de recursos, prevenção de desperdícios ou visem despertar os empregados para a proteção ambiental, a empresa reconhece que quando julga a oferta de cursos de seus parceiros, tem focado mais o interesse econômico e as habilidades técnicas, do que a real preocupação com a proteção ambiental, mas também afirma que seus parceiros raramente ofertam treinamentos com esse foco.

Relacionado a possíveis parcerias com instituições de ensino, reconhece o SENAI e o SEBRAE como instituições parceiras, uma vez que oferecem, regularmente, treinamentos aos empregados. Uma outra parceria, com uma instituição de ensino superior, foi tentada com o propósito de conseguir apoio da Universidade Federal do Cariri - UFCa, para adquirir capacitação em *design*. Entretanto, a empresa não sentiu interesse por parte da instituição, em firmar uma parceria e desistiu da ideia.

Com relação ao elemento matéria-prima, a empresa consome na produção do seu produto, as seguintes matérias-primas: PVC reciclado; PVC virgem; óleos lubrificantes à base de soja; ácido de carbonamida (expansor); tintas; solventes e pigmentos.

A principal matéria-prima do produto é o PVC reciclado, o qual a empresa afirma não ter alternativa de substituição, desse material, para produzir seu produto, pois, somente o PVC virgem poderia substituí-lo, mas isso provocaria uma mudança nos custos, da qual a empresa acredita que, quando absorvido, acarretaria em um preço de venda mais elevado que o praticado, para esse tipo de produto, o que implicaria em ficar fora do mercado.

O consumo de PVC reciclado, por semana, é em média 10.000 quilos por injetora, que produzem com isso cerca de 1200 a 1800 pares, em 10 horas de trabalho a cada dia. A empresa tem encontrado dificuldade na aquisição de PVC reciclado. Para resolver esse problema, decidiu-se ampliar a quantidade de seus fornecedores e para isso, contatos já foram feitos para analisar a qualidade do produto e as condições de negociação. Acredita-se que a escassez dessa

matéria-prima, possa estar relacionada com a queda generalizada de produção e de vendas de produtos à base desse plástico. Uma menor quantidade de produtos de PVC, lançado no mercado, implica em menos descarte de PVC destinado a reciclagem.

O PCV reciclado, já triturado e pronto para formulação, é adquirido de fornecedores, que a partir de lixões ou resíduos industriais, selecionam e trituram o PVC, para entregá-lo no ponto de serem usados na formulação de cada empresa. A depender das especificações que a empresa deseje para seu produto, a formulação acrescenta elementos químicos, segundo uma determinada fórmula, para dar a consistência desejada ao PVC, após injeção.

As características finais desejadas, de rigidez ou flexibilidade, do produto de PVC, ocorrem sob responsabilidade do setor de formulação, no uso de aditivos químicos plastificantes, que normalmente são líquidos, não solúveis em água, não voláteis e sem cor ou cheiro.

Do ponto de vista de suas características químicas, os plastificantes, usados com o PVC, são normalmente do grupo dos Diésteres, que compreende as três classes: Ftalatos: DIBP (di iso butil ftalato), DOP (di octil ftalato), DIDP (di iso decil ftalato); Adipatos: DOA (di octil adipato) e Azelatos: DOZ (di octil azelato). A atuação deles consiste em diminuir a intensidade de ligação entre as moléculas do polímero, o que altera propriedades e atribui características ao produto final, tais como flexibilidade e dureza, e também influencia as condições de processamento, como a temperatura de amolecimento do plástico.

A indústria de calçados plásticos de PVC, na região pesquisada, comumente usa como plastificante o DOP, que também é usado na fabricação de pisos, carpetes, revestimentos de computadores e de explosivos potentes.

Com relação a representação de perigo de suas matérias-primas, a empresa não tem conhecimento de qualquer relato, relacionado a algum perigo causado ao ser humano pelo uso do PVC. Entretanto, admite saber, por questões de exigência do mercado europeu, que na Europa não é aceito o produto de PVC, que tenha feito uso do DOP como plastificante, o que leva a crer que o DOP pode apresentar algum problema para o ser humano ou meio ambiente. Há uma suspeita de que este possa causar câncer. Apesar de não ter confirmação dessa suspeita, a empresa se sujeita a usar o DOA, um plastificante de custo mais elevado, como substituto do DOP, para atender os requisitos do mercado europeu.

O PVC virgem é usado somente na injeção das alças ou tiras da sandália e a empresa estima que seu consumo representa um percentual inferior a vinte por cento (20%) da quantidade de PVC reciclado.

No que se refere a principal matéria-prima, o PVC, absolutamente nada é desperdiçado, pois se produz a partir de matéria-prima reciclada, gerando um produto reciclável, do qual que nada é desperdiçado. Todo refugo, natural ou por motivo de erros de produção, é reutilizado no processo, o que implica na perda apenas da hora trabalhada e da energia consumida, quando o refugo decorre de erros de produção.

As demais matérias-primas, como as tintas e solventes, são consideradas perigosas tanto a saúde humana, quanto a riscos de incêndios, bem como causam poluição ambiental. Por isso, a empresa procura tomar os devidos cuidados com o armazenamento e manuseio, desses materiais, exigindo o uso de EPI's e procedendo com o descarte correto de seus resíduos.

A borra de tinta, resultante do acúmulo nas paredes das cabines de pinturas, é periodicamente limpa e recolhida para incineração, juntamente com as estopas de limpeza das telas da serigrafia.

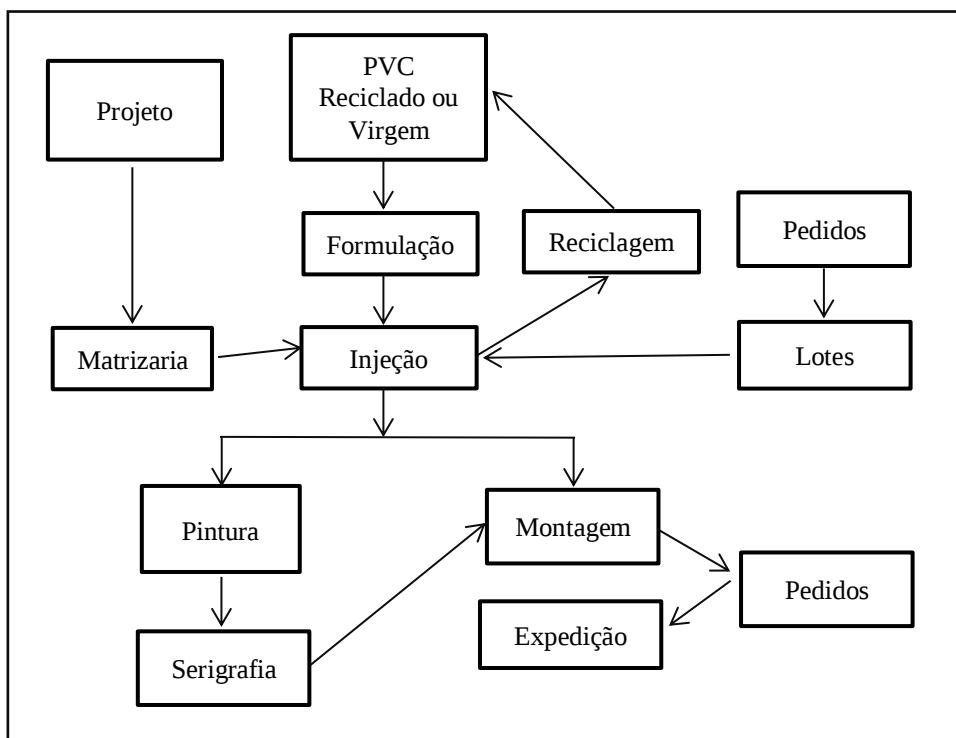
O sistema produtivo adota a estratégia de produção por batelada ou lotes formados a partir da capacidade semanal. Assim, alcançada a capacidade produtiva para a semana, todos os pedidos são agrupados por modelos para gerar as ordens de produção em lotes para as quantidades acumuladas de cada produto vendido. Após a produção, as quantidades totais são distribuídas por cada pedido e embaladas para despacho.

Essa estratégia foi a forma encontrada pela empresa para melhorar o processo de produção, principalmente em relação ao setor de pintura, que requer um *setup* para cada mudança de cor dos produtos. Um outro elemento estratégico para efetivamente atender a demanda, é a definição de metas horárias, feitas com base na realização de um estudo de tempos, para permitir o monitoramento e alcançar a meta global de produção.

O processo produtivo, faz uso de máquinas simples, não requer investimento em tecnologia de ponta e, no geral, mantém a semelhança com o padrão das empresas produtoras de calçados de PVC. Por ser uma empresa de pequeno porte e ter um produto sem complexidade, a empresa entende que seu processo produtivo também é simples, pois produz calçados no estilo chinelo e sandália, que consiste basicamente em um único solado, cuja principal variação ocorre na pintura e na serigrafia. A Figura 23 exhibe o processo produtivo, que adota a estratégia de produção por lotes, formados para usar o máximo da capacidade real semanal.

Uma vez que a diretoria aprove o projeto do produto, o setor de matrizaria ou usinagem produz, a partir de blocos de alumínio fundido e adquiridos de fornecedores, o conjunto de matrizes necessárias para compor a grade do produto. A grade, que é uma combinação de tamanhos e quantidades, requer no mínimo uma matriz para cada numeração do calçado.

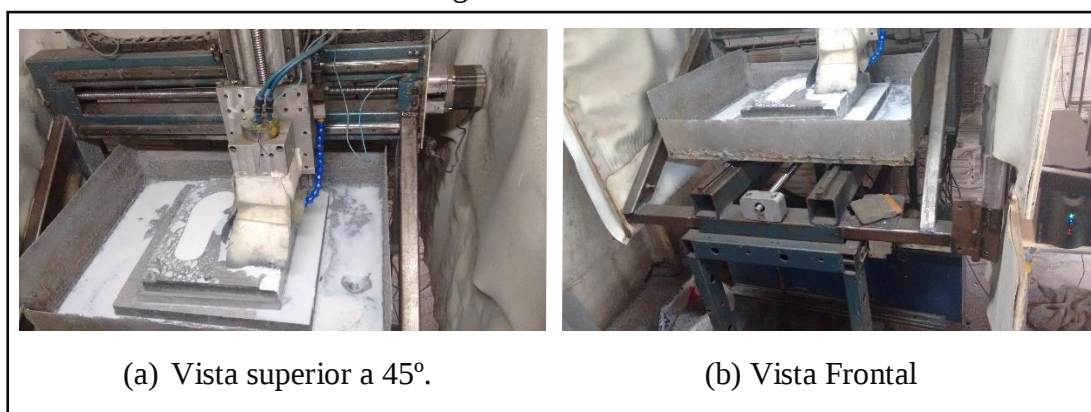
Figura 23 – Fluxo do Processo Produtivo da Empresa E.



Fonte: Produção do próprio autor com base nas informações coletadas na empresa.

O setor de matrizaria dispõe de uma única máquina, de fabricação artesanal, controlada por comando numérico (CNC), montada a partir de componentes adquiridos separadamente. A Figura 24 exibe essa máquina, que possui apenas as partes essenciais.

Figura 24 – CNC Artesanal.



Fonte: Empresa E

Uma vez produzida as matrizes, nas quantidades necessárias para a respectiva grade de pedidos, estas ficam disponíveis para serem acopladas às injetoras, quer convencionais ou rotatórias, para habilitarem o processo de injeção. Esse processo consiste em alimentar a

injetora, com cargas formuladas de PVC virgem ou reciclado, e derretê-las por meio de resistências elétricas, dispostas ao longo de um canhão de extrusão. O material amolecido é injetado nas matrizes, que são moldes vazados em blocos de alumínio. Preenchida a cavidade, a fôrma recebe uma circulação de água fria para endurecer o material e permitir a extração do produto injetado, que pode ser um solado ou alças. Os solados são de PVC reciclado e saem na cor preta, enquanto que as alças são de PVC virgem e saem nas cores pré-definidas pela formulação.

Os solados são direcionados para a esteira de montagem, onde recebem pintura, passam na estufa de secagem, recebem os detalhes da serigrafia, e retornam novamente a estufa para secagem completa da tinta. Uma vez pintados, recebem as alças e enfeites sobre as mesmas, no setor de montagem.

As alças saem da injetora prontas para montagem e são agrupadas em caixas por grupo de cor e tamanho. O trabalho final, do setor de montagem, consiste em parear cada pé do solado e agrupar os pares para as quantidades pedidas, em sacos identificados por pedido de clientes.

O processo de injeção produz dois tipos de resíduos. Um, resultante da sobra natural de material, que fica nos canais de injeção. Outro, provocado pela injeção de material, com o propósito de limpar o canhão de extrusão, uma necessidade que ocorre sempre que a cor do produto injetado for trocada.

Embora não seja participante da metodologia *Lean*, a empresa acredita que seu processo é enxuto, por minimizar desperdícios de matéria-prima e de tempo ao longo do fluxo de produção.

O processo não possui indicadores de eficiência bem definidos. Contudo, um *software* administrativo aponta as quantidades de matéria-prima, a serem requisitadas para atender as ordens de produção. Caso essas quantidades sejam ultrapassadas, se busca identificar e corrigir o erro ocorrido. No geral, a empresa considera que não ocorrem desperdícios ao longo do processo produtivo, salvo em caso de erro humano. Quando tais erros ocorrem, a matéria-prima normalmente é reciclada atenuando o prejuízo, que se restringe a energia e hora trabalhada.

A empresa admite no momento não buscar inovações tecnológicas, nem alterar o processo, que considera estabilizado e adequado para suas necessidades. Contudo, sempre que erros são identificados as correções são imediatamente providenciadas para que não mais ocorram.

O produto é bastante simples e consiste em um solado de PVC reciclado, pintado e com detalhes em serigrafia, e uma alça de PVC virgem, de cores variadas e com a possibilidade de receber um enfeite. Não há conhecimento relacionado a impactos ambientais do produto. Ao

final de sua vida útil o produto é descartado tendo normalmente como destino os aterros sanitários. Lá, são coletados por catadores que o vendem para reciclagem, eliminando assim o impacto no ambiente.

Quanto aos elementos, resíduos, emissões e efluentes, a empresa considera que praticamente não há emissões, pois não trabalha com fornos ou qualquer tipo de queima. Contudo, entende que há uma certa emissão de gases não identificados, resultantes do aquecimento do PVC, bem como da evaporação de tintas e solventes. Para mitigar isso, algumas ações são tomadas, para garantir a liberação da licença ambiental, como o uso de ventiladores para dissipar e melhorar a qualidade do ar ambiente, e também a instalação de exatores com filtros, nas cabines de pinturas. Filtros esses, que são trocados a cada três meses e destinados a incineração.

Não há efluentes resultante da produção, pois nenhum processo consome água. As águas consumidas por necessidades sanitárias e de higiene são descartadas em sumidouros locais e absorvidas no solo.

Existem dois tipos de resíduos, naturais ao processo de injeção, que não podem ser evitados, mas são reinseridos no processo, sendo reaproveitados e reciclados. As Figuras 25 (a) e (b) mostram esses dois tipos de resíduos reusados.

Figura 25 – Resíduos do processo de injeção.



Fonte: Empresa E.

O material residual, apresentado nessa Figura 25 (a), é o que foi expelido do canhão de injeção, que tinha uma carga de PVC virgem, para produção de alças azuis. O material tem que ser expelido até que não reste nenhum vestígio da cor anterior.

Ao ser injetado na matriz, o material de PVC derretido percorre canais até alcançar o molde vazado. Quando o material derretido endurece, por conta da água do sistema de refrigeração, a quantidade contida nesses canais também endurece e é extraída juntamente com o produto injetado, e separado para reciclagem, Figura 25 (b).

Esses dois tipos de resíduos são reciclados na própria empresa, por meio de um triturador e são adicionados ao PVC reciclado, adquirido dos fornecedores.

Outros resíduos identificados são: papelão, sacos plásticos, latas e cascalho de alumínio. Todos esses resíduos, que a empresa não reutiliza, são acumulados e vendidos a terceiros. Restam outros dois tipos de resíduos, que não podem ser reciclados nem descartados, devido a suas capacidades de poluição, sendo por isso destruídos por incineração e são mostrados pelas Figuras 25 e 26.

Figura 26 – Resíduos da cabine de pintura.



Fonte: Empresa E.

A seta branca na Figura 26 aponta para o resíduo de tinta, que se acumula na cabine de pintura, que é internamente revestida com uma camada de graxa, para evitar a aderência da tinta nas paredes da cabine e para facilitar a remoção do resíduo por raspagem.

Figura 27 – Resíduos a serem incinerados.



Fonte: Empresa E

A Figura 27 (a) mostra o cesto com estopas, utilizadas na limpeza das telas de serigrafias, enquanto que, a Figura 27 (b) mostra os vasilhames usados como coletores, pela empresa terceirizada, para coleta e incineração de seu conteúdo.

Os proprietários e gestores desconheciam o termo “*stakeholders*”, mas declaram que quanto a seus fornecedores e clientes, o relacionamento é puramente comercial. Cada um busca o seu próprio interesse e vantagem na negociação sem sentimentos de colaboração para com o outro ou para com o meio ambiente em geral. Quanto aos órgãos governamentais, sobrevivem sem a cooperação de qualquer entidade, apesar de cumprir suas exigências legais. Assim, a empresa acredita que os *stakeholders* produzem mais pressão e stress, que qualquer interesse em cooperar e muito menos estão preocupados com qualquer proteção ambiental, que não seja por força de lei.

A gestão da empresa, executada pelos dois sócios, ocorre de forma compartilhada que dividem a administração geral do negócio. Há um consenso de que a empresa é pequena, e que o momento não permite a contratação de profissionais de carreira. A principal preocupação da gestão é atender os clientes, mantendo a capacidade de produção, o mais próximo possível do limite.

Os gestores entendem haver uma certa atenção para com as exigências ambientais, no entanto, não há prioridade para investimentos nesse sentido. O que ocorre é uma forte preocupação em não incorrer em multas de proteção ambiental, o que de fato nunca ocorreu.

É possível que o fato de não haver buscas por máquinas e equipamentos mais ecológicos, nem se definir diretrizes claras em relação à P+L, bem como, não haver qualquer divulgação com apelo ambiental, seja decorrente da não percepção de ver o meio ambiente de forma proativa.

Quanto ao uso da tecnologia, os gestores acreditam que ela é capaz de transformar qualquer empreendimento, mas entendem que seu efeito é diretamente proporcional ao aumento do custo para adquiri-la, coisa que consideram inviável para o atual momento vivido em nosso país. Apesar disso, a empresa tem o desejo de desenvolver uma parceria, com alguma instituição, que possa contribuir com o desenvolvimento do *design* de novos produtos. A empresa teve uma iniciativa, de procurar o curso de *design* da UFCA (Universidade Federal do Cariri), mas não recebeu contrapartida que permitisse firmar parceria.

Os gestores afirmam não receber do governo ou de qualquer outra instituição, incentivos para conduzir a empresa a um padrão de proteção ambiental. Por isso, também expressam descontentamento com o governo, por sentirem falta de incentivos, treinamentos ou orientações sobre as exigências governamentais, referentes a suas liberações de autorizações, que ocasionam multas, quando não cumpridas pela empresa.

4.1.6 Empresa F

A empresa observada está localizada na cidade de Juazeiro do Norte – Ce e iniciou suas atividades como produtora de calçados de PVC reciclado. Apesar de todo esforço empreendido, não conseguiu acompanhar o ritmo de suas três principais concorrentes.

A competição era tamanha a ponto de requerer esforços e recursos, que seu proprietário afirmou serem, mais elevados que sua capacidade de resposta para manter sua posição no mercado. O desconforto, de ver sua competitividade cada vez mais reduzida, levou a empresa a fazer uma análise do ambiente, considerando as ameaças e oportunidades, bem como suas forças e fraquezas e após isso, optar por adotar a estratégia de sair da posição de concorrente para posição de fornecedor.

Para isso, a empresa redefiniu integralmente seu negócio, deixou de produzir calçados, um produto concorrente direto do setor calçadista, para produzir componentes (assessórios ou enfeites) para calçados. Componentes são enfeites, agregados aos calçados de PVC, que são adquiridos pela maioria dos produtores de calçados da região.

Com essa estratégia, a empresa saiu da posição de desvantagem competitiva, altamente desconfortável, para uma confortável posição de fornecedora, ou seja, parceira de suas antigas rivais. A estratégia foi muito bem empregada, pois na área de componentes para calçados, só haviam empresas do sul do país explorando o Polo calçadista de Juazeiro do Norte, o que implicava em custos de frete a serem incluídos no valor do pedido. Segundo informações, de

um representante comercial, de uma dessas empresas de componentes do sul do país, 85% dos pedidos são entregues por frete aéreo.

Com a estratégia de redefinição do negócio, a Empresa F, localmente instalada, adquire vantagem competitiva em relação aos concorrentes por apresentar menores custos de transporte, tão pequenos que não são repassados aos clientes.

As outrora concorrentes que a sufocavam a empresa F, agora são clientes e contribuem com o seu faturamento. Essa mudança de posição competitiva deixou a empresa em uma situação confortável, fazendo uso de vinte anos de experiência em injeção de termoplásticos, associada agora com a metalização desse tipo de plástico. Com apenas seis anos de experiência em metalização a empresa admite que ainda há muito que aprender em relação às inúmeras possibilidades de metalização, mas acredita já dominar o processo para prestar um serviço relevante aos seus clientes.

O elemento água, na empresa, tem como origem o fornecedor da rede pública municipal. Não há consumo de água ao longo do processo produtivo, mas ela é usada em todo sistema produtivo de injeção de plásticos, para resfriar as matrizes de injeção e endurecer o material injetado, de modo a permitir sua ejeção da forma.

O sistema de refrigeração perde por evaporação, um certo percentual de volume, que é complementado automaticamente, sem que se saiba com precisão, que quantidade de água representa esse percentual.

A água também é consumida, por evaporação, nos climatizadores usados para reduzir a temperatura do ambiente de trabalho, uma vez que o processo de metalização exige um ambiente fechado e ar limpo de impurezas.

O climatizador é um ventilador que sopra ar, de preferência externo, através de um painel evaporativo no qual a água circula constantemente entre ele e o reservatório principal da empresa, por meio de uma pequena bomba. A quantidade evaporada é desconhecida, mas sabe-se que ocorre em função da temperatura do ambiente.

O climatizador é um equipamento de grande eficiência e de baixo custo de manutenção, que produz um ar limpo de excelente qualidade, e resfria em até 12° a temperatura ambiente.

Outro consumo de água ocorre no uso de sanitários e pias. A média de consumo de água é de 50 m³. Toda a descarga de água é destinada ao sumidouro da empresa. O proprietário se mostrou surpreso com a última conta de água, e admitiu não haver qualquer monitoramento do seu consumo, sendo o valor a pagar o único indicador disponível, embora ignorado. Também não há preocupação nem estratégias de redução ou economia de consumo de água.

A energia elétrica é a única fonte de força motriz da empresa e consome uma média mensal de 100 kW/mês, que correspondem em valores monetários, na época da pesquisa, a uma quantia de aproximadamente R\$ 15.000,00. Não há indicadores de consumo de energia e a empresa não faz uso do *software*, que a concessionária de energia disponibiliza para seus usuários. Como prevenção de gastos, não trabalha no horário de pico ou sazonal, desligando todo o consumo de máquinas às 17:00 horas. Uma única injetora trabalha das 22:00 horas as 06 do dia seguinte para atender a demanda de injeção de um de seus produtos.

Com relação aos recursos humanos, atualmente a empresa possui 25 empregados e não requer qualquer qualificação profissional, por entender que as atividades do pessoal contratado são meramente braçais. Em decorrência desse baixo nível de qualificação pessoal, no qual as pessoas não sabem lidar com a função, não faz uso de gerentes, pois argumenta que sua experiência com empregados que ocuparam tal cargo, gerou mais problemas que resultados positivos, salário mais elevado para alguém com um menor desejo de executar trabalhos braçais.

No início do aprendizado do processo de metalização foi necessário contratar um especialista com experiência em metalização. O especialista ocupou uma posição de liderança gerencial por méritos técnicos, mas este não mostrou habilidade gerenciar pessoas nem processos, sendo por isso desligado da empresa.

O proprietário desconhece o termo “*stakeholders*”, mas declarou que nesse ramo de negócio não há parcerias saldáveis em termos de cooperação, as relações são puramente comerciais e prevalece o poder da negociação para o lado que tiver maior poder de barganha. O governo e as instituições financeiras, como os bancos, não oferecem nenhum incentivo e matam o cliente, se preciso for, para receberem seus ganhos.

As principais matérias-primas consumidas pela empresa são os termoplásticos, PVC, ABS, PP (*Polypropileno*) e PS (*Polystyrene*) consumidos no processo de injeção e vernizes, tingentes e cargas de alumínio para metalização. Os termoplásticos são consumidos com a estimativa dos seguintes percentuais: PVC corresponde a 30% da matéria-prima consumida. O ABS é consumido corresponde a 10% da matéria-prima consumida. O PP e o PS cada um deles correspondem a 300% do consumo de matéria-prima.

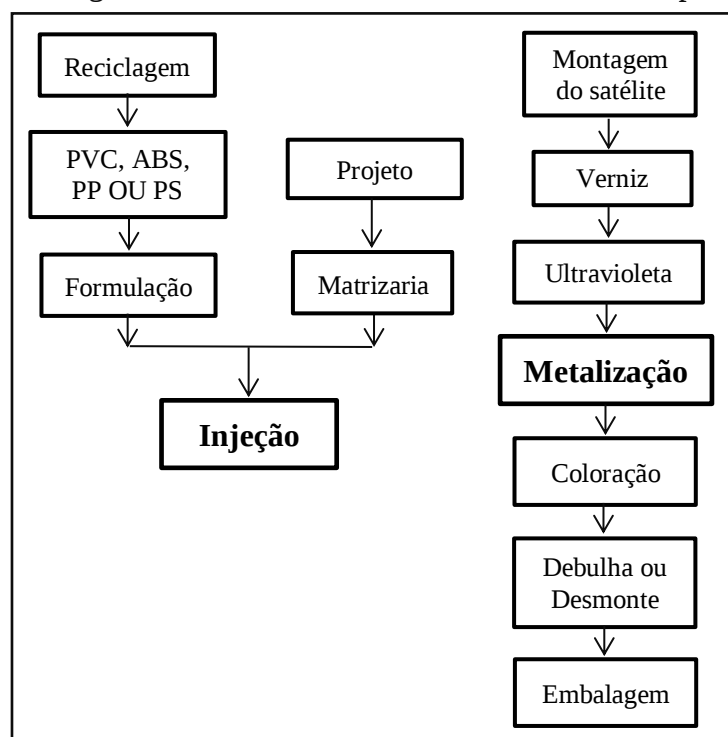
Esses termoplásticos não apresentam perigo para a saúde humana por ocasião do seu manuseio ou uso de produtos feitos com base neles, contudo os mesmos são inflamáveis e apresentam algum risco potencial, devendo se adotar certos cuidados no seu armazenamento. Os vernizes e tingentes são perigosos ao meio ambiente e ao ser humano durante seu manuseio e armazenamento, requerendo o uso de EPIs para sua manipulação.

Quanto ao produto da empresa, inicialmente aproveitando as injetoras que já possuía, a empresa passou a produzir enfeites metalizados de PVC e ABS (*Acrylonitrile Butadiene Styrene*) destinados a indústria de calçados de plástico. O ABS, pertencente ao grupo químico dos polímeros (popularmente chamado de "plásticos"), com elementos em sua maioria derivado de combustíveis fósseis, possui a característica de ser um material de grande maneabilidade, podendo facilmente ser transformado em relação a sua forma original pela aplicação de calor. Por isso é bem adequado para reciclagem e para, conduzido ao estado líquido, ser injetado sobre pressão em câmeras pré-moldadas.

A beleza dos enfeites está na aparência metalizada das peças injetadas, por isso a metalização constitui a essência do negócio e é atualmente o principal produto da empresa. O processo de metalização consiste em cobrir as peças de termoplástico com uma superfície metalizada à base de alumínio e com vernizes que proporcionam proteção, brilho e cor aos elementos metalizados. Não ocorrem desperdícios de matéria-prima no setor de injeção, pois toda a matéria-prima é reciclada sempre que as sobras são acumuladas.

Quanto ao processo produtivo, a empresa identifica dois como sendo os principais, os demais apenas dão suporte a cada um desses dois. Os principais processos são a injeção e a metalização, que ocorrem separadamente e são totalmente independentes um do outro. A Figura 28 descreve o processo de produção.

Figura 28 – Fluxo do Processo Produtivo da Empresa F.



Fonte: Produção do próprio autor com base nas informações coletadas na empresa F.

O fluxo produtivo com os dois principais processos da empresa pode descrito como:

O setor de projeto cria os enfeites virtuais com o uso de uma ferramenta CAD (*computer aided design*) e submete a aprovação da direção e/ou do cliente. Aprovado o projeto em 3D, o desenho é enviado ao setor de matrizaria.

O setor de matrizaria converte as coordenadas do projeto 3D em comandos numéricos a serem executados por uma ferramenta CAM (*Computer Aided Manufacturing*), que funciona como uma espécie de sistema operacional em tornos de comando numérico, conhecidos como CNC. Cada molde ou forma de injeção é feito a partir blocos de aço ou de uma liga de alumínio, a depender das necessidades de pressão de injeção, qualidade da peça e vida útil desejada para a matriz. Os tornos CNC fazem a leitura das coordenadas numéricas do desenho projetado para esculpirem as fôrmas nos blocos. Quando pronto, as formas ou matrizes são entregues ao setor de injeção.

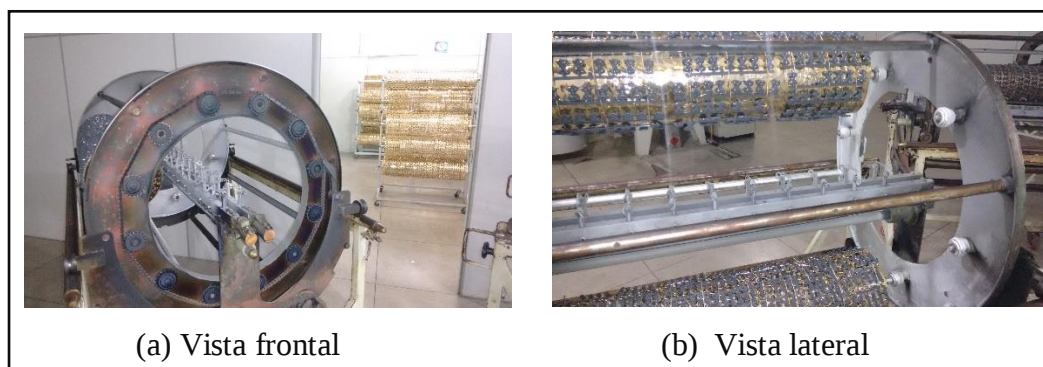
O setor de injeção produz os enfeites injetando em alta pressão nas matrizes um termoplástico derretido. Os termoplásticos chegam ao setor de injeção já formulados com os aditivos especificados pelo setor de formulação para darem a consistência desejada ao produto após o processo de injeção. Esse processo termina com a retirada do material resfriado e solidificado da matriz. O material sai em forma de um galho com os enfeites nas pontas. O termo galho deve-se a semelhança com um galho de árvore com folhas, pois os enfeites ao sair da matriz permanecem ligados a um pedaço residual correspondente ao canal de injeção da matriz.

Toda a injeção de qualquer dos termoplásticos consumidos na empresa é destinada à metalização. As peças a serem injetadas são primeiramente inspecionadas quanto aos defeitos, as refugadas são destinadas a reciclagem e as demais são destinadas a metalização.

O processo de metalização começa com a montagem de uma estrutura cilíndrica com a capacidade de segurar as peças a serem metalizadas. Esse cilindro por sua vez é montado em outra estrutura giratória chamada satélite. O satélite é um suporte para um conjunto de até doze (12) cilindros, que quando gira provoca também a rotação de cada cilindro individualmente.

A forma pela qual as peças são presas, quer individualmente ou em galhos, ao cilindro é objeto de constante observação e aprimoramento, pois dessa sustentação na estrutura giratória dependa a qualidade da metalização e a minimização de defeitos no metal depositado sobre as peças. As estruturas de satélite e cilindros podem ser visualizadas na Figura 29.

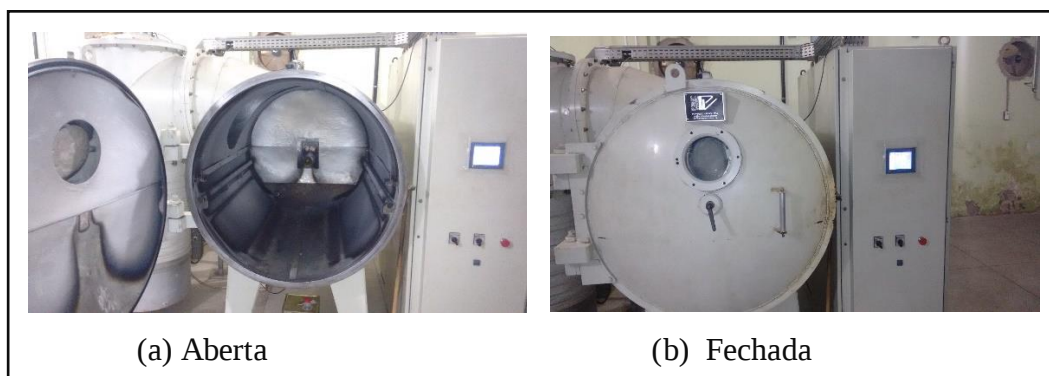
Figura 29 – Cilindros e Satélite.



Fonte: Empresa F.

As peças a serem metalizadas são presas ao cilindro por ganchos ou algum material adesivo. O maior problema nessa parte preparatória está na grande diversidade de tipos de peças, cujo tamanho e peso influenciam na escolha do método de fixação. O melhor desempenho consiste em desenvolver a melhor forma de fixar as peças no satélite, para que este, ao ser colocado dentro da câmara de vácuo (Figura 30), permita a máxima quantidade possível de peças por ciclo de metalização.

Figura 30 – Câmara de vácuo e metalização.



Fonte: Empresa F.

Os satélites são direcionados para a cabine onde, as peças já fixadas no satélite, recebem um verniz, que permitirá a aderência do alumínio quando este for vaporizado na câmara de vácuo. Após receberem o verniz as peças são submetidas a exposição de luz ultravioleta para secagem, conforme Figura 31.

Figura 31 – Câmera de Luz Ultravioleta.

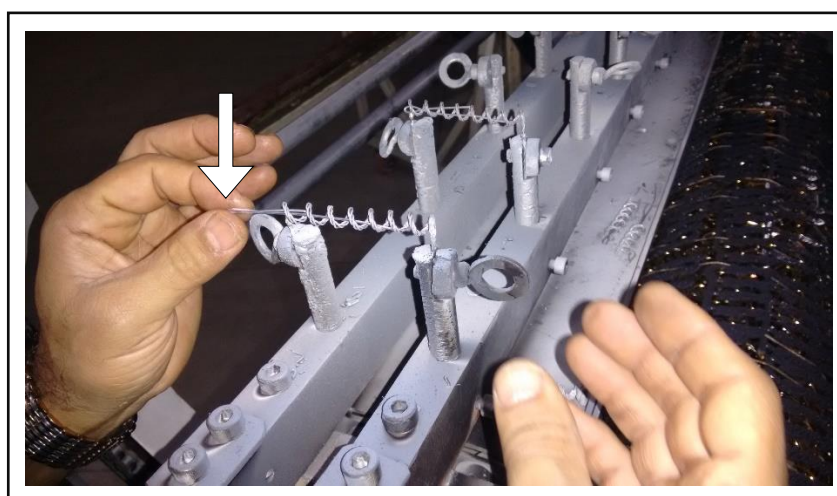


Fonte: Empresa F.

A metalização dos plásticos consiste em depositar uma camada de alumínio sobre as peças, dando a elas uma reflexão visual de aspecto de metálico. Essa deposição do metal ocorre em uma câmara na qual se retira o ar, e consequentemente a umidade do ambiente, para formar um vácuo. O tempo desse processo, chamado de ciclo de vácuo, depende das características e da quantidade de todo o material inserido na câmara.

Filamentos de alumínio de aproximadamente 7 cm de comprimento e diâmetro semelhante ao de clipes, número 20, para papéis são inseridos entre as resistências de tungstênio, conforme mostra a Figura 32. Quando a câmara alcança o vácuo ideal, as resistências acendem e aquecem os filamentos de alumínio levando-os ao estado gasoso. Quanto mais elevado o nível de vácuo melhor para transformar o alumínio em gás.

Figura 32 – Filamentos de alumínio alimentado nas resistências de tungstênio.



Fonte: Empresa F.

O “Gás de Alumínio” forma uma nuvem dentro da câmara onde os satélites estão girando os cilindros com as peças a serem metalizadas, para que a deposição do material metálico possa ocorrer uniformemente sobre elas. Por isso a fixação das peças no cilindro requer atenção, estratégia e eficiência, para que o movimento de rotação não provoque a queda do suporte ao qual as peças foram previamente fixadas.

A proporção que giram, o alumínio gasoso vai se depositando em uma fina camada sobre todo o conjunto que recebeu o verniz, incluindo peças, gancheiras e cilindro de fixação. Qualquer superfície que tenha recebido verniz é metalizada.

A coloração ocorre após a retirada dos satélites o da câmara de vácuo. Os cilindros com as peças metalizadas são novamente direcionados para a cabine de pintura, onde se aplica um verniz de coloração com a cor desejada. Esse último verniz cria uma superfície cristalizada que protege a peça, dando resistência equivalente à pintura de automóvel.

Por último, ocorre o desmonte ou debulha das peças já metalizadas. Esse processo consiste em retirar as peças já metalizadas e com o verniz final aplicado, do sistema de fixação no cilindro. O método de fixação e o cilindro são diversificados e o desmonte se faz manualmente desatarraxando das gancheiras ou arrancando da fita adesiva ou dos elásticos de fixação dos galhos.

Após a retirada das peças as gancheiras estão prontas para o reuso, já os cilindros de fixação precisam, com o uso de um estilete, serem liberados da dupla camada de fita adesiva, que também foi metalizada e são descartadas em lixo não reciclado.

Retiradas do satélite, as peças estão prontas para serem agrupadas nas quantidades desejadas pelo cliente a partir da estimativa de cálculo da relação direta com do peso, assim as quantidades são embaladas em sacos plásticos para entrega.

Nenhum processo possui indicadores que permita sua gestão eficaz. Eles são controlados empiricamente e as correções só ocorrem quando o dano e o prejuízo já foram cometidos. No momento a empresa não vê como eliminar essa possibilidade de ocorrência de erros humanos e muito menos como evitar esses prejuízos, mas reconhece que tais eventos são raros e por isso consegue absorvê-los.

A metalização de plásticos recicláveis é considerada pela empresa um negócio diferenciado, que embora tenha começado para atender o setor calçadista, que é forte na região, possui inúmeras possibilidades de aplicação. Em um curto espaço de tempo a empresa tem conseguido diversificar o ramo de negócio que atende.

Atualmente a empresa produz enfeites metalizados para o setor de calçados e confecções, usando PVC para os enfeites de calçados e ABS para os enfeites destinados à confecções.

Metaliza puxadores de gavetas e portas, pés de sofá e outros acessórios do setor de móveis, injetados em PP, e também metaliza a parte refletora das sinaleiras de motos, feita em PS, para o setor de motopeças.

Quanto aos cuidados com os elementos de proteção ambiental, como resíduos, emissões e efluentes, a empresa considera que contribui muito mais para limpar o meio ambiente, que produzir qualquer tipo de poluente, pois retira do ambiente toda a matéria-prima que injeta. Além disso, a metalização é um processo limpo, cujo volume de resíduos gerado é desprezível em relação ao volume de produtos que produz.

Quanto à gestão da empresa, o casal proprietário entende ser uma empresa muito pequena para dispor de recursos capazes de investir na gestão profissional de terceiros. Assumem que fazem uma gestão limitada a suas competências, mas entendem que ninguém é melhor que eles para se empenharem ao máximo de dedicação para dar progresso ao negócio. Assim, não se identificaram indicadores destinados a gestão em qualquer das áreas da empresa. As decisões são imediatistas e refletem falta de planejamento e de processos administrativos bem definidos.

É interessante observar que em meio a uma administração tecnicamente carente e de elevado empirismo, a empresa lida constantemente com a inovação tecnológica. Das dez (10) injetoras que possui, oito (8) fazem uso da tecnologia de servo-motor, que melhora o desempenho em quarenta por cento (40%). O proprietário é muito empreendedor e obstinado por alternativas tecnológicas que reduzam custos, embora não tenha percebido que o empirismo de sua gestão eleva os custos.

Constantemente o processo de metalização é monitorado e aperfeiçoado para um melhor desempenho, com mudanças nos satélites, na forma de fixação e na aplicação e escolha dos vernizes e tingentes.

O gasto com ar condicionado foi reduzido com o uso de climatizadores evaporativos. Seu custo para resfriar a temperatura do ambiente é estimado em 15 vezes menor, que o gasto com centrais de ar condicionado.

Uma outra preocupação, constante na gestão, do proprietário é reduzir o tempo de injeção por meio de uma refrigeração mais eficaz. Algumas matrizes são aperfeiçoadas com o aumento do número de cavidades de refrigeração por onde a água refrigerada circula. A depender da matriz, com o aumento da refrigeração é possível reduzir o tempo de injeção pela metade.

Arrojada na inovação, a empresa já possui, “dentro de casa” (chão de fábrica), uma máquina chinesa, para trabalhar com um novo processo, o PVD (*Physical Vapor Deposition*), para o qual, aguarda melhores condições financeiras para começar seu funcionamento. O PVD é um processo de deposição atomística, que a partir de uma superfície sólida ou líquida,

vaporiza átomos ou moléculas, que são transportadas na forma de um vapor, através de um ambiente vácuo ou gasoso de baixa pressão, para o substrato onde se condensam.

Outro projeto em mente, e com projetos propostos, é fazer uso de energia solar, que é abundante na região. A primeira etapa do projeto está orçada em R\$ 600.000,00 reais e também aguarda condições favoráveis.

4.2 ANÁLISE CRUZADA DOS CASOS

Os relatórios individuais dos seis casos permitiram analisar o que as empresas praticam ou deixam de praticar em relação aos princípios da P+L, compilados no referencial teórico, e o que fazem como boas práticas e o que tem sido um fator crítico para os mesmos.

A análise cruzada verificou os pontos comuns a cada caso em relação a esses princípios, fatores críticos e boas práticas, e fez inferências sobre esses elementos.

Os seis casos com duas empresas de cada característica (micro, pequena e média) permitiu mapear o processo produtivo genérico para as empresas produtoras de calçados plásticos injetados.

No geral a produção de calçados plásticos injetados faz uso dos processos básicos a seguir relacionados:

- Projeto, Corresponde a idealização do calçado. A aparência do modelo, as definições de elementos que farão parte do calçado, as dimensões, cores, enfeites, materiais e tamanhos de composição da grade, são definidos nesse processo. Tem como entrada, ideias e especificações, como processamento normalmente faz uso de um software CAD como ferramenta de execução e como saída o desenho do produto virtual em três dimensões. Esse processo não gera resíduos nem desperdícios e consome energia elétrica no uso de computadores;
- Usinagem é o processo de produção dos moldes de injeção. Tem como entrada o bloco de alumínio e as coordenadas tridimensionais, obtidas a partir do projeto CAD. A execução é feita por meio de fresas usadas em tornos CNC e tem como saída a matriz de injeção. Gera como resíduo resultante do desbaste o cascalho de alumínio contaminado com óleo de refrigeração. Esse processo consome blocos de alumínio, óleo de refrigeração, energia elétrica e ocorre em um setor chamado de matrizaria, que se confunde com o nome do processo;

- Injeção é o principal processo dos calçados plásticos. Nesse processo se obtém a grande maioria dos componentes do calçado, o solado, o rosto, as alças e os enfeites. Tem como entrada o plástico formulado e a matriz de injeção. Sua execução é feita por injetoras rotativas ou convencionais e consiste em preencher, sob pressão, a matriz com o plástico derretido e resfria-lo rapidamente para endurecimento e retirada da peça do molde. A saída do processo é a peça plástica rígida ou flexível, que pode ser um solado, alça ou enfeite. Consome energia, e gera como resíduo o plástico dos canais de injeção, peças com defeito e sobras do canhão de extrusão;
- Montagem é o processo pelo qual partes componentes do calçado são unidas com o uso de colas ou engates, para comporem o produto final. O processo tem como entrada o conjunto de componentes do produto final e colas quando necessário. Sua execução faz uso de esteira com possíveis ativadores de cola e cabines de pintura ou serigrafia. Como saída do processo temos o produto final acabado e peças refugadas por erros ou defeitos. Consome energia da esteira, colas e componentes do calçado;
- Classificação ou Triagem é o processo pelo qual todo o material reciclável é separado de acordo com o tipo de plástico ou refugo. O processo tem como entrada a matéria-prima comprada dos fornecedores em seu estado bruto. A execução é manual e requer a experiência dos classificadores. Como saída temos o material separado por tipo de plástico e os refugos que são acumulados e vendidos a terceiros, como papelão e metais. O processo não consome energia nem gera qualquer desperdício;
- Moagem ou Trituração consiste em reduzir o material reciclável a partes pequenas o suficiente para adquirir o aspecto de grãos e serem mais fáceis de derreter. Como entrada o processo recebe plásticos classificados, sendo o PVC o principal e em maior quantidade. A execução é feita por meio de moinhos trituradores, que despedaçam o plástico em pequenos grãos. A saída do processo é o PVC reciclado pronto para ser formulado e refugos de impurezas contidas nos plásticos. Consome energia elétrica do moinho, esteira e peneira. Produz resíduos de algodão, metais e areia;
- Formulação é o processo pelo qual o PVC recebe aditivos químicos, em porções previamente calculadas, de modo a atribuir as características finais que se deseja ao produto final após a injeção. Como entrada o processo recebe PVC virgem ou reciclado, óleos plastificantes, expansores, pigmentos ou outros aditivos a depender da fórmula. A execução consiste em misturar os aditivos, segundo as quantidades especificadas na fórmula, com os grãos de PVC. A saída do processo é o PVC formulado e pronto para a

extrusão. Consome PVC reciclado e aditivos químicos, não produz resíduos nem refugos, exceto se por erro humano na formulação;

- Pintura é o processo pelo qual se aplica uma camada de tinta sobre a superfície do produto de modo a atribuir a cor desejada. Tem como entrada o subproduto a ser pintado, a tinta e o solvente. A execução ocorre com o uso de pistolas em cabines de pintura ao longo da esteira de produção. A saída é a peça pintada e os refugos por defeito. Consome energia elétrica, peças a pintar, tintas, solventes, ar comprimido. Gera como resíduos a borra de tinta, acumulada na cabine de pintura e estopas contaminadas com solventes;
- Serigrafia é o processo pelo qual se imprime uma arte ou estampa sobre uma superfície. A entrada do processo é a peça a serigrafar, tintas e solventes. A execução é manual, ocorre em esteira, faz uso de telas com o motivo de impressão. A saída consiste na peça serigrafada e em refugos de peças por defeitos. Consome energia elétrica da esteira, tintas, solventes, estopas de limpeza;
- Embalagem é o processo pelo qual o produto é acondicionado em sacos ou caixas individuais ou coletivas para ser despachado para o cliente;
- Expedição é o processo pelo qual o pedido é remetido para o cliente.

A produção de calçados plásticos requer que todo o macroprocesso seja executado. Contudo, não necessariamente por apenas uma única empresa. Sempre que uma determinada empresa deixar de executar um dos processos, isso significa que ela terceirizou a execução do mesmo ou adquiriu o produto de sua saída a partir de algum fornecedor.

Os casos permitiram observar que as empresas de calçados plásticos concentram sua gestão em torno de três processos, o de injeção, como sendo o principal, pela própria natureza da empresa e do produto, e os processos de formulação, que o antecede, e os processos de pintura e montagem, que são subsequentes ao de injeção. Os demais processos são os que podem ser executados externamente, quer por terceirização ou aquisição de suas saídas.

Cada um dos processos, que formam o processo geral de produção ou macroprocesso, em sua entrada, processamento e saída, faz uso do recurso humano, que requer algum conhecimento, experiência ou treinamento, para usar uma certa tecnologia, que por sua vez sofre uma influência da gestão frente a disponibilidade econômica da empresa para sua aquisição e uso no processo, de modo a transformar o material de entrada, agregando algum valor a saída.

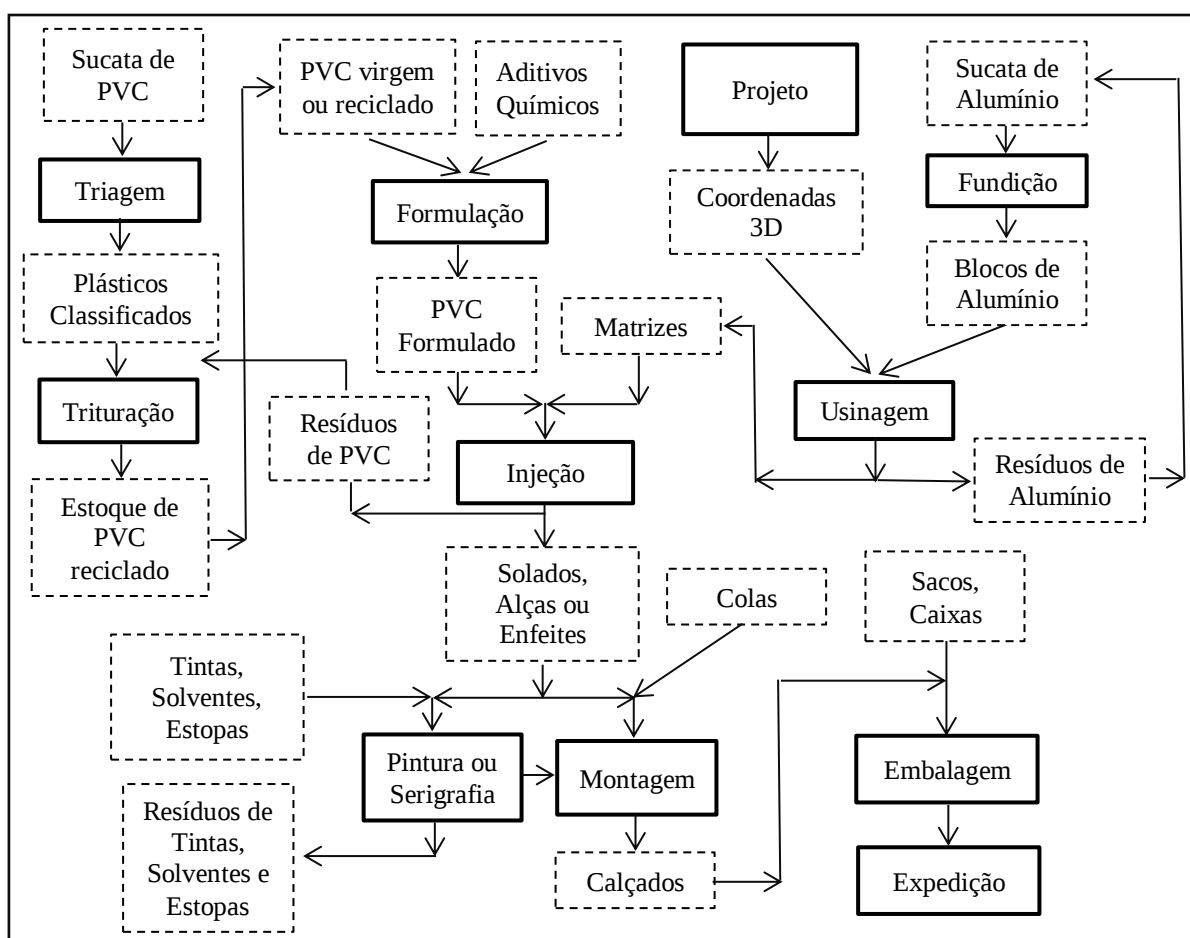
Os materiais consumidos como principal matéria-prima por esse processo geral são o PVC reciclado e virgem, bem como tintas, solventes, colas e aditivos químicos. Como material

secundário consome alumínio, óleos refrigerantes, sacos plásticos e caixas de papelão para embalagens.

Todo o processo consome duas fontes de energias. A elétrica, que é a principal força motriz que movimenta tudo que faz uso de motores e de resistências para aquecimento. A outra é a energia calorífera, obtida normalmente a partir da queima do GLP, usada no processo de fundição do alumínio.

A Figura 33 mostra de forma geral os processos necessários para a produção de calçados plásticos injetados. Ainda que a empresa não execute todos os processos necessários, estes são executados por algum parceiro, na condição de fornecedor ou terceirizado.

Figura 33 – Processo produtivo genérico da produção de calçados plásticos.



Fonte: Produção do próprio autor com base nas informações coletadas nos casos.

Esse processo geral e genérico de produção de calçados plásticos, em sua diagramação, fez uso de blocos de linha contínua para representar os diversos processos que recebem entradas e produzem saídas, ambas representadas por blocos de linha tracejada. As setas indicam o fluxo de entrada e de saída de cada processo, que juntos compõem o todo ou o macroprocesso.

Os casos permitiram observar que os princípios da P+L são aplicados sobre elementos relativos ao processo e sua gestão, resultando em impactos maiores ou menores para o meio ambiente em sua totalidade. Também permitiu definir melhor, a partir do mapeamento genérico do sistema de produção de calçados plásticos, quais princípios se relacionam melhor com os grupos de aplicação dos princípios conforme o Quadro 08 – Princípios relacionados aos grupos de aplicação.

Quadro 08 – Princípios relacionados aos grupos de aplicação

Grupos de aplicação dos princípios	Princípios padronizados
Insumos de produção.	Reduzir custo, consumo e desperdícios
	Aumentar a eficiência
	Preservar os recursos naturais
	Usar materiais ambientalmente amigáveis
	Considerar a influência da dimensão humana
Processos	Evitar resíduos na origem
	Inovação
	Investir em tecnologia verde
Impactantes	Proteger o meio ambiente e seres humanos
	Reutilizar resíduos
	Reciclar resíduos
	Reduzir descarga e descarte de resíduos.
Gestão	Melhorar a gestão da produção e ambiental
	Considerar a influência do governo e sociedade

Fonte: Produção do próprio autor

— Reduzir custo, consumo e desperdício

Este princípio se aplica aos insumos de produção, material, energia e água. O consumo excessivo de materiais pode degradar o meio ambiente, logo sua redução favorece a sustentabilidade do ambiente. No entanto as empresas estudadas afirmam que não é possível reduzir as quantidades de materiais consumidos, além do mínimo requerido para as técnicas usadas atualmente na produção. Assim, é necessário rever materiais, processos, tecnologia e competências humanas em busca da redução de custos, quantidades consumidas e desperdiçadas associadas a estes três insumos de produção.

O material predominante em todos os casos é o PVC, reciclado e virgem, que usados como matéria-prima para gerar o produto final, requerem aditivos plastificantes, pigmentos, tintas e solventes. Apenas a empresa C não faz uso de tintas e solventes.

As empresas A e F não fazem uso de tintas, mas a empresa F utiliza tingentes e vernizes, que são igualmente perigosos e equivalentes com relação ao objetivo final. Além disso, a empresa injeta outros termoplásticos como PP, PE e PU.

A redução de custos com materiais é praticada, por todas as empresas, no momento da aquisição dos mesmos, principalmente os materiais secundários. Nas empresas A, C e F, o proprietário é o responsável direto para obter a melhor negociação nas compras de insumos. Nas empresas B, D e E, setores especializados compram mediante orçamentos aprovados pela alta gestão. Esses setores de compra também são responsáveis por buscar materiais substitutos que apresentem as mesmas características a preços menores.

A redução do consumo de matéria-prima é considerada difícil por todas as empresas estudadas pelos seguintes motivos: o consumo de PVC é proporcional ao volume de produção e seu aumento é desejável em decorrência da visão de que ele é um indicador positivo do aumento de produção e faturamento das empresas; o consumo de PVC obedece as proporções de uma fórmula química a qual as empresas preferem não alterar as quantidades ali expressas, pela compreensão de que isso provocará uma alteração no material final. Esses motivos explicam o desejo de não reduzir o consumo de matéria-prima e a falta de ações voltadas para a redução do consumo de PVC.

A redução de custo e consumo com energia elétrica, que é usada como força motriz em todos os casos estudados, nas empresas B, D, E e F ocorre com a proibição da produção no horário das 17 h 30 min às 20 h 30 min, período no qual o valor do kW/h é mais elevado. A empresa B substituiu 70% dos refrigeradores de ar por ventiladores, exigiu o desligamento dos outros 30% no horário não comercial e eliminou o terceiro turno de produção para reduzir os gastos com energia elétrica. A empresa F adotou o uso de climatizadores, que segundo a empresa, tem custo 15 vezes menor que o dos refrigeradores de ar.

As empresas A, C e F não fazem gestão do seu consumo de energia elétrica e ficam impossibilitadas de planejar economias no custo e aumentar sua eficiência no uso dessa energia.

A empresa B reconhece que ocorre desperdício de energia elétrica por ocasião da limpeza do canhão de extrusão, como atividade necessária para mudar a cor do PVC injetado.

Com relação a energia calorífera, obtida por meio do gás GLP, usada pelas empresas que possuem fundição, no caso as empresas A, B e D, não há ações de redução de consumo dessa energia. Somente a empresa A recorre a uma fonte não autorizada de energia calorífera, usando óleo automotivo queimado, como medida de redução de custo.

Em todos os casos estudados a água, usada diretamente no processo de produção para resfriamento da matriz e endurecimento do material injetado, por fazer uso de um volume considerado fixo e proporcional a quantidade de injetoras em uso, não apresenta preocupação com redução de consumo.

Reduções de custo e consumo em relação a água requerida em função das necessidades de higiene humana em banheiros, cozinhas e ambientes, não foram identificadas nas empresas A, C, D, E e F em decorrência da falta de informação sobre seu custo e gasto e volume.

A empresa B conhece estima o volume do consumo da água e somente ela fazia uso da água para lavar a sucata de PVC, as cabines de pintura e limpar áreas da fábrica e aboliu o processo para reduzir o custo, consumo e desperdício em relação a água.

Para as empresas em geral a redução do consumo de água está associada a abolição de processos de lavagem, banhos de empregados e controle de vazamentos.

Desperdícios em relação a matéria-prima não são identificados devido o PVC ter seus resíduos 100% reciclados. Quanto a materiais secundários, as empresas B, D, E e F identificam desperdícios nos processos de pintura, contudo não são capazes de quantificá-los. Atribuem a ocorrência à falta de um processo com tecnologia que apresente melhor relação custo benefício. Essas mesmas empresas também admitem que eventuais erros humanos, seja na elaboração do PCP ou execução do processo, geram desperdícios no custo da mão de obra e de energia elétrica, que também não são mensurados.

As demais empresas não identificam ou reconhecem desperdícios de energia elétrica.

Desperdícios em relação a água foram identificados nas perdas por evaporação na torre do sistema de resfriamento que estruturalmente apresenta o mesmo padrão para todos os casos estudados, independentemente do porte da empresa. Fora isso, nenhuma empresa monitora desperdícios com água e a baixa representatividade de seu custo e consumo, em relação aos insumos de produção, causa uma negligência para com sua sustentabilidade. Assim, nenhuma das empresas faz gestão do consumo de água. Logo, não há monitoramento ou preocupação em reduzir o consumo ou melhorar a eficiência do volume gasto, o que não permite quantificar os desperdícios, nem reciclar ou tratar águas antes da descarga.

Esse princípio é bem aplicado em relação a energia elétrica, parcialmente aplicado em relação a materiais e não aplicado em relação a água. As dificuldades de aplicação do princípio dizem respeito a falta de indicadores que permitam uma gestão eficaz.

As características e ações associadas ao princípio e presentes nas empresas estudadas são apresentadas no Quadro 09 - reduzir custo, consumo e desperdício.

Quadro 09 - Reduzir custo, consumo e desperdício

Características e ações referente ao princípio	EMPRESAS					
	A	B	C	D	E	F
Busca do menor preço na negociação de compra de materiais	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Responsabilidade do proprietário pelo ato de compra	✓		✓			✓
Responsabilidade do setor de compra pelo ato de compra		✓		✓	✓	
Pratica ações para reduzir o consumo de materiais						
Identifica onde ocorrem desperdícios de materiais		✓	✓			✓
Identifica onde ocorrem desperdícios de energia		✓				
Suspendendo a produção no intervalo de 17:30 às 20:30 hs		✓		✓	✓	✓
Aperfeiçoa PCP e execução dos processos	✓		✓			✓
Elimina processos de lavagens		✓		✓	✓	

Fonte: Produção do próprio autor com base nas informações coletadas na empresa.

— Aumentar a eficiência

(KUBOTA; ROSA, DA, 2013; HUYSMAN *et al.*, 2015; GIMENEZ *et al.*, 2012; LOZANO; CEULEMANS; SCARFF SEATTER, 2014; CASTILLO-VERGARA *et al.*, 2013; HENRIQUES; CATARINO, 2014)

Nesse princípio a eficiência é compreendida como uma medida econômica referente a relação das perdas entre entrada e saída de insumos tais como materiais, água e energia, e o custo de execução do processo (HENRIQUES; CATARINO, 2014).

O aumento da eficiência dos recursos consumidos reduz resíduos, poluição e melhora o desempenho ambiental, trazendo melhorias para a saúde, segurança e produtividade dos trabalhadores e para a população do entorno, melhorando a imagem e a competitividade da empresa no mercado.

Todas as empresas estudadas desejam que sua eficiência nos diversos aspectos seja aumentada, principalmente por razões econômicas. Em todos os casos a busca pelo aumento da eficiência normalmente se dá em relação aos materiais secundários como tintas, pigmento e solventes, uma vez que o PVC, como matéria prima, apresenta a eficiência de ser 100% reciclável e não trazer danos ao ambiente.

Com relação a ferramentas para medir a eficiência, as empresas A, C e F, não fazem uso de nenhuma ferramenta para alcançar e medir a eficiência. Apesar disso as empresas A e E procuram eficiência nos fornecedores de PVC reciclado, enquanto a empresa F procura regularmente, eficiência nos vernizes, pesquisando por fornecedores ou marcas alternativas que apresentem produtos com melhor relação de desempenho e custo. As demais empresas fazem isso esporadicamente mediante ocorrência de problemas que forcem a mudança do fornecedor ou marca do produto.

O aumento da eficiência da energia elétrica, no geral é alcançado por meio do uso de banco capacitores para eliminar o efeito indutivo que prejudica o “fator de potência” (relação entre potência ativa e reativa) e também por meio da manutenção preventiva dos motores. Somente a empresa C, não faz uso de banco capacitores e só realiza manutenção corretiva.

Nenhuma empresa apresenta preocupação com a eficiência do uso da água, devido à baixa representatividade de seu custo e por não praticarem gestão sobre esse elemento.

O aumento da eficiência dos processos pode ser alcançado pela modificação dos mesmos, em relação a maneira de executá-lo ou a substituição de equipamentos com melhor tecnologia ou pela qualificação da mão de obra, de modo a minimizar o desperdício e a geração de emissões durante o processo de produção.

Todas as empresas corrigem o processo sempre que suas saídas não atendam as especificações desejadas.

A empresa B, oferece regularmente treinamentos específicos para capacitar, corrigir e formar mão de obra para um melhor desempenho na execução dos processos. A empresa D treina semestralmente turmas em programas de qualidade e possui um setor específico, “mini fábrica”, para treinar processos. A empresa E mantém parceria com SENAI e SEBRAE para que seus empregados participem dos treinamentos por eles oferecidos nas áreas de interesse da empresa. As empresas A, C e F não fazem treinamentos com pessoal.

O Quadro 10 mostra as características e ações encontradas nas empresas.

Quadro 10 - Aumentar a eficiência.

Características e ações	EMPRESAS					
	A	B	C	D	E	F
Busca a melhor eficiência no uso dos materiais e energia	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Busca a melhor eficiência no uso da água						
Substitui fornecedores e materiais por outros alternativos		✓		✓	✓	✓
Procura a melhor relação entre desempenho e custo		✓				✓
Usa a manutenção preventiva e banco de capacitores	✓	✓		✓	✓	✓
Requer mão de obra qualificada e treinada para executar processos		✓	✓	✓	✓	

Fonte: Produção do próprio autor com base nas informações coletadas na empresa.

— Preservar os recursos naturais

Esse princípio busca manter a disponibilidade futura dos recursos naturais, por meio de uma produção responsável que ofereça seu produto respeitando os limites do meio ambiente em relação a retirada de recursos naturais e a deposição de resíduos, efluentes e emissões (TSCHIGGERL, KARIN; WOLF, 2012).

A preservação também se relaciona com a proteção do ambiente contra agentes de poluição, assunto analisado no princípio proteger o meio ambiente.

Nos casos estudados, as empresas não fazem uso ou observância das normas de qualidade ambiental, a maioria se limita a cumprir as leis necessárias para obterem suas autorizações requeridas pela autoridade competente. Por exigência legal, as empresas B e D possuem programa interno de gerenciamento de resíduos (PGR).

Com relação a poluir o meio ambiente, a empresa A não reconhece que polui o meio ambiente. No entanto, quando usa óleo automotivo queimado para produzir energia calorífera, produz emissões poluentes. A empresa B alega evitar que poluentes sejam descartados no meio ambiente, mas falha quando usa água para lavar as cabines de pintura e descarrega essa água contaminada no sumidouro. A empresa C acredita que sua atividade produtiva contribui muito mais para limpar o meio ambiente, do descarte de PVC, que causar danos a este. As empresas D, E e F consideram que seus impactos, causados pela queima do GLP (na D), pelas emissões de gases da injeção e pela evaporação de tintas e solventes e vernizes, não são significativos a ponto de degradar o ambiente.

O produto dessas empresas estudadas possui um ciclo de vida muito curto por conta da dinâmica do mercado desse tipo de calçado. Constantemente está sendo introduzido no mercado novos modelos de calçados em substituição à aqueles que começam a declinar. Essa característica implica em um maior descarte de produto por parte dos consumidores.

No descarte, o produto impacta o meio ambiente enquanto não for coletado para reciclagem. Na produção seu impacto é desprezível e sua produção traz benefício em relação à de limpeza do meio ambiente. Durante o uso o produto, de cada uma das empresas estudadas, é considerado não impactante.

Aproximadamente 80% do PVC reciclado é proveniente dos aterros sanitários e coletas seletivas industriais, a grande maioria de seus fornecedores consiste em cooperativas de catadores de lixo. Essa boa prática de reutilização, encontrada em todos os casos estudados, contribui com os aspectos econômico, social e ambiental ao gerar trabalho e renda para comunidades carentes, a partir do que era considerado “lixo” e também por melhorar a qualidade e manutenção de suas funções ambientais. Quanto mais for reciclado o PVC, menor a necessidade desse consumir esse material virgem, de alto consumo de energia para produzi-lo (YAN et al., 2012) e maior a retirar do ambiente dos descartes de produtos desse material. Todos os casos estudados cooperam com esses aspectos pelo alto consumo de PVC reciclado.

Nenhuma das empresas estudadas atende ou conhece as necessidades de seus *stakeholders* pelo aspecto da sustentabilidade, exceto os órgãos governamentais.

Nenhuma das empresas estudadas desenvolve medidas de gestão e conservação de recursos naturais por não serem consumidoras de recursos naturais, exceto água.

As empresas B e D possuem poços profundos com autorização regulamentada pela COGERH, órgão de gestão dos recursos hídricos do Estado. As demais empresas, consomem água da concessionária de suas cidades. Nenhuma delas faz gestão sobre o uso da água. Essa negligência compromete a preservação da água em relação sua disponibilidade como recurso natural, no que se refere a quantidade e qualidade aceitável para a subsistência dos ecossistemas e meios de produção.

Todas as empresas fazem uso de energias que não poluem o ar nem contaminam o solo, é o caso da energia elétrica e o gás GLP. Somente a empresa A consome energia calorífera não conformada com as normas ambientais, em substituição ao GLP.

O Quadro 11 mostra as características e ações encontradas nas empresas

Quadro 11 - Preservar os recursos naturais

Características e ações	EMPRESAS					
	A	B	C	D	E	F
Conforma produção com normas ambientais						
Usa materiais reciclados na produção	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Recicla seus resíduos	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Contribui com os aspectos econômico, social e ambiental	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Contribui com a manutenção da qualidade e função ambiental						
Atende as necessidades dos <i>stakeholders</i>						
Gerencia o consumo e descarte de água						
Usa energia limpa	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Fonte: Produção do próprio autor com base nas informações coletadas na empresa.

— Usar materiais ambientalmente amigáveis

Estes materiais permitem os benefícios da sustentabilidade na dimensão ambiental, por serem renováveis ou reciclados a partir de resíduos, por apresentarem menor toxicidade e serem menos nocivos aos humanos e ao meio ambiente. Também apresentam melhor desempenho em relação as quantidades usadas e residuais, atendendo também o princípio da eficiência.

O PVC, principal matéria-prima na produção de calçados plásticos, é um material que não causa danos à saúde ou ao meio ambiente, por isso não requer substituição por outro material, por já ser ambientalmente amigável.

O uso de materiais ambientalmente amigáveis é buscado, pelas empresas estudadas, entre os materiais secundários como tintas, solventes e aditivos químicos, por serem perigosos a saúde humana e ao meio ambiente, o que requer o uso de EPIs para manuseio e cuidados de

segurança para armazenagem, em virtude de serem inflamáveis. Somente as empresas B e D fazem uso de EPIs no manuseio desses materiais e locais seguros de armazenamento foram encontrados nas empresas B, D, E e F.

O uso de tintas à base de água é a solução apontada pelas empresas B e D para substituir as tintas à base de solventes, que poluem o ambiente com seus descartes. Apesar das tintas à base de água serem ambientalmente amigáveis e reduzirem os gastos com solventes, seu elevado custo reflete em preços comerciais mais elevados e na consequente perda de competitividade. Por conta disso o uso de tintas à base de água só foi encontrado na empresa D, que faz uso de um percentual estimado em 30% dessas tintas no seu setor de serigrafia.

A empresa E faz uso do plastificante DOA como substituto do DOP, por exigência do mercado internacional. Contudo, não há conhecimento de causa, por parte da empresa, da exigência da mudança pelo mercado internacional. Isso mostra a existência de diferenças de conscientização em relação às questões ambientais e desconhecimento, por parte das empresas estudadas, sobre os possíveis riscos do DOP.

Com exceção das tintas e solventes, que possuem conhecimento generalizado de sua toxicidade e perigo, não foi encontrado critérios ambientais para seleção e escolha dos materiais secundários. No geral, as empresas não procuram identificar os perigos relacionados aos materiais utilizados em sua produção.

A seleção apropriada de materiais é prejudicada pela falta de conhecimento dos riscos referentes aos materiais em uso e também pela falta de conhecimento de outros materiais que possam fazer o mesmo efeito e substituir os perigosos e poluentes.

O Quadro 12 mostra as características e ações identificadas nas empresas para o princípio usar materiais ambientalmente amigáveis.

Quadro 12 - Usar materiais ambientalmente amigáveis.

Características e ações	EMPRESAS					
	A	B	C	D	E	F
Avalia o impacto ambiental de materiais e produtos						
Elimina ou substitui materiais perigosos					✓	
Adota materiais que permitam os benefícios da sustentabilidade ambiental	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Fonte: Produção do próprio autor com base nas informações coletadas na empresa.

— Considerar a influência da dimensão humana

O elemento humano ou mão de obra influencia principalmente processos e gestão na proporção de suas habilidades e competências e qualificações.

Por considerar isso, as empresas B e D requerem qualificação de nível superior em administração de empresa, engenharia de produção ou mecânica, ou informática para as funções de gestão. A empresa B seleciona rigorosamente o pessoal operacional para que sejam adequados à função.

A motivação apontada por essas empresas é aperfeiçoar, processos e produto pelo uso do conhecimento técnico para obter ganhos econômicos. Apesar disso, essa prática contribui com este princípio da P+L.

A empresa E, não faz admissão de engenheiros de produção ou mecânicos em seu quadro de empregados. A barreira para isso é o elevado custo econômico do salário desses profissionais de nível superior. Contudo, entende a importância da mão de obra qualificada e procura superar essa barreira, contratando a prestação de seus serviços desses profissionais, acordo com a demanda.

As empresas A, C e F não exigem qualificação profissional, requerem apenas que o trabalhador tenha uma experiência anterior equivalente ao posto de trabalho que irá ocupar.

A baixa qualificação profissional implica em um nível de estudo mais baixo e conseqüentemente, educação e conscientização, em termos gerais, propensos a níveis também baixos. Mão de obra desse tipo tendem a ser limitadas, fazendo seu trabalho de forma mecânica, muitas vezes sem a devida compreensão do que fazem ou porquê fazem. Essa mão de obra é limitada para contribuir com melhorias para a empresa, se não receberem treinamento adequado.

Treinamentos ocorrem apenas nas empresas B, D e E. Essas três empresas acreditam que o empregado treinado comete menos erros, melhora seu desempenho e a eficácia da empresa, trazendo uma contribuição no aspecto econômico. Os treinamentos mais comuns dizem respeito a métodos, tempos e movimentos, PCP, processos, gestão da qualidade, segurança do trabalho, liderança, operação de injetoras, tornos CNC, mecânica básica, desenho industrial e ferramentas CAD. As empresas B e D fazem treinamentos com maior regularidade.

A empresa B desenvolve parceria com o SESI para formar técnicos em segurança do trabalho e desenvolver normas de segurança interna em relação a manipulação de materiais perigosos.

A empresa E recorre a parcerias com o SEBRAE e SENAI e depende da oferta deles para que seus trabalhadores participem dos treinamentos.

Apesar dos diversos treinamentos realizados em algumas empresas dos casos, o aspecto ambiental tem sido negligenciado nesses treinamentos, nos quais os empregados não são

orientados com relação às questões ambientais, não focam em como reduzir desperdícios, resíduos, poluição, identificar materiais perigosos ou aprender sobre sustentabilidade.

Do ponto de vista humano e social, os treinamentos devem trazer valorização profissional, permitindo salários mais elevados, desenvolver a conscientização do empregado, para compreensão da importância do seu trabalho para a empresa, para sua vida profissional e para as questões ambientais.

As empresas estudadas desconhecem o termo, *stakeholders*. Uma vez esclarecido, afirmaram que não reconhecem cooperação ou pressão da parte deles em relação as questões ambientais. Os relacionamentos com eles são puramente comerciais, cada qual procura obter vantagem favorável a si.

O Quadro 13 mostra as características e ações identificadas nas empresas para o princípio considerar a influência da dimensão humana.

Quadro 13 - Considerar a influência da dimensão humana.

Características e ações	EMPRESAS					
	A	B	C	D	E	F
Avalia as qualificações humanas sobre processos e gestão		✓		✓		
Valoriza empregados como profissionais		✓		✓	✓	
Capacita o empregado para a execução do processo		✓		✓	✓	
Conscientiza as pessoas em relação as questões ambientais						
Atende as expectativas dos <i>stakeholders</i>						

Fonte: Produção do próprio autor com base nas informações coletadas na empresa.

— Evitar resíduos na origem

O fato das empresas produtoras de calçados plásticos serem caracteristicamente empresas recicladoras e a principal matéria-prima ser 100% reciclável provoca nos participantes da produção a ideia de que nada se perde. Essa ideia provoca uma falta de atenção para os motivos e pontos de geração de resíduos de PVC e conseqüentemente de outros materiais também. Por conta disso, prevalece na maioria das empresas estudadas, o comportamento de não gerir os resíduos gerados nos processos para administrar seu volume e qualidade.

Embora as empresas B e D possuam programa interno de gerenciamento de resíduos (PGR), foi verificado que estes apontam o que é gerado de resíduo sólido não reciclado pela empresa e especificam o destino do descarte destes sem se preocupar com as causas ou busca de soluções para evitá-los.

A falta de gestão de resíduos não permite mapear as origens e os motivos das causas dos mesmos e qual os seus destinos, o que traz prejuízo para identificar falhas no processo, na ineficiência de materiais e na necessidade de treinamentos operacionais.

Uma boa prática encontrada nas empresas B, D e E para reduzirem o descarte de resíduos sólidos consiste em acumular e vende-los para outras empresas que façam a reutilização ou reciclagem.

Emissões relacionadas a produção do calçado plástico são pequenas a ponto de não serem perceptíveis, embora se tenha conhecimento que elas ocorrem na forma de gases resultantes da fusão do material formulado de PVC, e da evaporação de solventes e tintas. Essas emissões são facilmente dissipadas e para mitigar seus efeitos, a empresa B faz uso de um pé direito elevado para aumentar a circulação do ar e de ventiladores 360 graus. A empresa D usa ventiladores em série para criar uma corrente de ar que direcione os gases para fora da área de produção. As empresas A, C, E e F não consideram essas emissões e nada fazem com relação a elas.

As empresas D, E e F reduzem a emissões de poluentes por meio de uso de filtros de ar instalados nos exaustores das cabines de pintura. Após o uso, os filtros das empresas D e E são destinados a uma empresa terceirizada que os incinera, enquanto os filtros da empresa F é descartado via coleta pública de lixo. A prática das empresas D e E não apenas reduz as emissões como também protege o ambiente contra contaminação do solo.

A proteção da saúde humana em relação a gases resultantes do processo de injeção, ao uso de tintas, solventes e vernizes é realizada pelas empresas B e D por meio do uso de ventiladores para dissipar a ocorrência desses gases. As empresas B, D e E adotam uso de EPI para resguardar a saúde dos empregados que manuseiam resíduos perigosos. A empresa F negligencia a obrigação do uso de EPIs pelos empregados.

As empresas A, B e D, que possuem fundição, emitem gases no processo de queima do combustível, produzindo CO₂ e contribuindo com o efeito estufa, que é mitigado pelo uso do GLP como combustível de queima.

Em nenhuma das empresas foi encontrado ações para identificar e evitar o volume de águas residuais resultantes do uso em cozinhas e banheiros sanitários.

O Quadro 14 mostra as características e ações identificadas nas empresas para o princípio evitar resíduos na origem.

Quadro 14 - Evitar resíduos na origem.

Características e ações	EMPRESAS					
	A	B	C	D	E	F
Gerencia, identifica pontos de geração de resíduos		✓		✓		
Analisa causas dos resíduos						
Reduz o descarte de resíduos sólidos		✓		✓	✓	
Reduz a emissão de gases				✓	✓	✓
Reduz a poluição				✓	✓	
Protege a saúde dos seres humanos		✓		✓	✓	

Fonte: Produção do próprio autor com base nas informações coletadas na empresa.

— Inovação

Implica em mudar a forma de produção presente por uma mais nova resultante de pesquisas e investimentos em técnicas que permitam fazer uso de processos e ferramentas que permitam mais eficiência pelo uso de tecnologias e energias limpas.

O produto, por exemplo, pode ser melhorado com o uso de ferramentas do tipo *Eco-Design*, *Green Design* ou Projeto Verde, para desenvolver um produto no qual sua concepção ocorreu sob a ótica do respeito e da proteção ambiental. Nenhuma das empresas estudadas faz uso desses tipos de ferramentas de inovação, nem consideram o aspecto ambiental no projeto do produto. Para a grande maioria delas, a inovação consiste apenas na atualização do modelo do calçado para com as tendências do mercado.

A inovação não é prioritária para as empresas A, e C por considerarem seu custo inacessível. A empresa F usa a inovação tecnológica como estratégia de obter diferenciação e ganhar competitividade no seu negócio, por isso procura alinhar-se com as inovações em equipamentos e tecnologia. Contudo, a pesquisa com relação a tecnologias inovadoras não ocorre como processo formal, mas como iniciativa do proprietário.

A empresa B considera a tecnologia fundamental para alcançar a eficiência e a busca para melhorar seus processos e reduzir seus custos. A empresa E entende a importância da tecnologia, mas considera inviável para o atual momento, pois seu benefício é diretamente proporcional ao aumento do custo para adquiri-la. A empresa F, em termos de equipamentos, processos e projetos, é a mais inovadora dentre os casos.

Com relação a inovação, uma das formas pelas quais as empresas B, D e E consideram como busca de inovação, é a participação em feiras especializadas, para se atualizarem em relação as tendências do mercado de calçados plásticos no que diz respeito a modelos e equipamentos. Na realidade, as empresas tomam conhecimento de novas tecnologias mas nem sempre inovam em relação a elas.

Por isso, a empresa D lamenta não fazer uso a tecnologia que deseja, mas sim daquela cujos custos, permitem aquisição. Esta possui um setor, em meio a produção, que ela chama de laboratório ou mini fábrica, no qual realiza seus ensaios com materiais, ferramentas e equipamentos, processos e treinamentos.

As empresas B e D possuem outras iniciativas nas quais procuram executar mudanças que permitam melhor execução dos processos, maior eficiência dos materiais e menor produção de resíduos.

As inovações ou ações de práticas limpas para a proteção ambiental, não são divulgadas com os clientes ou funcionários, em todos os casos estudados.

As principais barreiras consideradas na literatura sobre a prática da inovação, apontam para o elevado custo de aquisição e manutenção, os requisitos de *know-how* para aplicá-la e usá-la, e a aceitação do mercado em adotá-la (COSTA-CAMPI et al., 2013).

Miguel et al. (2014) considera as capacidades de inovação, gerencial e técnica como fator crítico para implantação da P+L.

As empresas estudadas consideram como dificuldade para inovação, o elevado custo de seus requisitos e a falta de subsídios do governo.

O Quadro 15 mostra as características e ações identificadas nas empresas para o princípio inovação.

Quadro 15 – Inovação

Características e ações	EMPRESAS					
	A	B	C	D	E	F
Busca alinhamento com tecnologias limpas						✓
Desenvolve produto com uso de ferramentas verdes						
Faz pesquisa e desenvolvimento				✓		✓
Atualiza ferramentas e equipamentos		✓		✓	✓	
Transforma processo, produto e gestão		✓		✓	✓	✓
Comunica as práticas limpas						

Fonte: Produção do próprio autor com base nas informações coletadas na empresa.

— Investir em tecnologias verde

A tecnologia verdes, também chamada tecnologia ambientalmente amigável, diz respeito aos métodos, procedimentos e regras de um domínio específico que provocam mudanças nos processos de produção e nas máquinas e equipamentos com o propósito de reduzirem a

quantidade de resíduos e poluentes gerados no processo de produção ou durante todo o ciclo de vida do produto (RÍO GONZÁLEZ, DEL, 2005)

A tecnologia verde faz uso de máquinas, equipamentos e técnicas que eliminam ou minimizam os impactos causados, por seu uso, aos seres humanos e ao meio ambiente.

As máquinas, equipamentos e a técnica que consideram os requisitos ambientais, incorporam valores que refletem em custos mais elevados em relação ao preço de aquisição dos equipamentos, ao salário da mão de obra melhor qualificada, ao valor dos treinamentos específicos para a tecnologia usada. Todas essas características criam barreiras aos investimentos em tecnologia verde ou ambientalmente amigáveis.

No geral, as empresas estudadas fazem uso de maquinário padrão da produção de calçados injetados. Assim, todas as empresas colocam a crise econômica, pela qual o país passa nesses últimos dois anos, como uma barreira para investir na reforma industrial e na aquisição de máquinas e equipamentos com tecnologia voltada para as práticas da P+L.

A exceção é a empresa F, dado sua recente mudança de negócio, investiu na aquisição de máquinas modernas, importadas da China, para a metalização de plásticos. Também faz uso de injetoras com servo-motores, que economizam energia elétrica e apresentam um melhor desempenho em relação as injetoras convencionais. Também adotou o uso de climatizadores, que consomem menos energia e produzem o mesmo conforto no ambiente.

Somente a empresa F possui um projeto para substituir a energia elétrica por energia fotovoltaica, que segundo o projeto é uma energia 100% limpa. O projeto aguarda recursos financeiros para sua implantação.

A empresa B substituiu 70% dos refrigeradores de ar por ventiladores de 360 graus, uma ação amigável em relação ao consumo de energia, porém motivada, na realidade, por questões econômicas.

Parcerias com Universidades e institutos de pesquisa, no sentido de cooperarem com a pesquisa e o desenvolvimento de tecnologias verdes, que permitam novos métodos, novos processos operacionais e de gestão ou projeto e produção de produtos com melhor ciclo de vida, menor geração de resíduos e menor impacto ambiental.

Apesar disso as empresas B, D e F desenvolvem e testam novos processos a partir das demandas internas para correção e aperfeiçoamento dos mesmos, faltando apenas a visão ambiental a ser agregada à visão econômica.

O Quadro 16 mostra as características e ações identificadas nas empresas para o princípio investir em tecnologias verde.

Quadro 16 - Investir em tecnologias verde.

Características e ações	EMPRESAS					
	A	B	C	D	E	F
Aumenta investimentos em equipamentos amigáveis e voltados para a P+L						✓
Reforma a tecnologia usada na planta industrial		✓		✓		✓
Envolve suporte de Universidades e Institutos de pesquisas						
Desenvolve novos processos com visão ambiental		✓		✓		✓

Fonte: Produção do próprio autor com base nas informações coletadas na empresa.

— Proteger o meio ambiente e seres humanos

O fato do produto ser feito de PVC, que é uma resina inativa que não prejudica o ambiente, faz com que o impacto do produto, no seu ciclo de vida, não seja avaliado por nenhum dos casos estudados.

As empresas B e D apresentam maior consciência em relação as questões ambientais e incorporaram em suas ações de compra de material, processos e descarte, o pensamento em relação a proteção ambiental como forma de prevenir, principalmente, ações punitivas por conta de fiscalizações de órgãos ambientais e trabalhistas. As demais empresas não são proativas em relação a questões ambientais.

No geral, as empresas dos casos estudados apresentam um desempenho ambiental positivo ao retirarem grande quantidade de plásticos acumulados no meio ambiente. Percebe-se que o desempenho ambiental é potencializado pela qualificação da mão de obra e consciência ambiental das pessoas envolvidas com a tomada de decisão. Quanto maior o porte das empresas, mais o aumento dessa característica foi percebido.

A empresa D e B, na ordem apresentada, são as que mais procuram adequar a produção às normas ambientais, para a proteção dos trabalhadores e do meio ambiente. São elas também que mais apresentam ações para gerir os resíduos. A empresa D, por exemplo, destina até a areia acumulada das impurezas que acompanham a sucata de PVC. Os resíduos da triagem são todos direcionados para outros destinos para que nada retorne aos aterros sanitários.

Os programas de proteção ambiental, não foram encontrados em nenhum caso. Apenas plano de gestão de resíduos, exigidos por lei, é desenvolvido pelas empresas D e B.

Do ponto de vista ambiental, a empresa B contaminava o solo com a lavagem das cabines de pinturas. Todas as empresas poluem o solo com as águas dos sanitários.

A empresa B, suspendeu os processos de lavagem das cabines de pintura para evitar a contaminação do solo com essas águas com resíduos de tintas e solventes.

O Quadro 17 mostra as características e ações identificadas nas empresas para o princípio proteger o meio ambiente e seres humanos.

Quadro 17 - Proteger o meio ambiente e seres humanos.

Características e ações	EMPRESAS					
	A	B	C	D	E	F
Avalia o impacto ambiental do produto na produção, uso e descarte						
Atitude proativa para com a proteção do meio ambiente		✓		✓		
Melhora o desempenho ambiental		✓		✓		
Regulamenta as atividades de produção		✓		✓	✓	✓
Programa ações de proteção ambiental						
Gerencia resíduos		✓		✓	✓	
Avalia o impacto ambiental no ciclo de vida dos produtos						

Fonte: Produção do próprio autor com base nas informações coletadas na empresa.

— Reutilizar resíduos

Reduzir, reciclar e reutilizar são princípios da estratégia de prevenção da poluição.

Reutilizar diz respeito a atribuir um uso alternativo para o resíduo, corresponde ao nível 3 de intervenção da P+L, que pode ser feito pela própria empresa ou por outras empresas.

A empresa B pratica a reutilização ao repassar seus resíduos, não plásticos, como por exemplo o papelão e o cascalho de alumínio, para a coleta feita pela concessionária de energia em troca de descontos financeiros. Esses resíduos são reutilizados por outras empresas.

A empresa B reutiliza a água do sistema de refrigeração, quando trocada, para aguar jardins.

A empresa D pratica a reutilização de forma mais específica que a empresa B. Ela mesmo classifica seus resíduos e vende todo aquele que ela mesmo não recicla, como papelão e outros tipos de plásticos encontrados na triagem da sucata do PVC.

Nenhuma das empresas recebem incentivos para reutilização de resíduos, por conta disso não ocorrem investimentos em tecnologia para reutilização de resíduos.

O Quadro 18 mostra as características e ações identificadas nas empresas para o princípio reutilizar resíduos.

Quadro 18 – Reutilizar resíduos.

Características e ações	EMPRESAS					
	A	B	C	D	E	F
Atribui outros usos ao resíduo		✓		✓		
Reutiliza a água		✓				
Recebe incentivos para reutilização						

Fonte: Produção do próprio autor com base nas informações coletadas na empresa.

— Reciclar resíduos

Reciclar é outro princípio da estratégia de prevenção da poluição e consiste em reinserir o resíduo no ciclo do mesmo processo no qual foi gerado.

Os descartes de resíduos sólidos para o ambiente inexistem para todas as empresas, estudadas, que são recicladoras natas. Utilizam matéria-prima reciclada em seus produtos e reciclam as embalagens plásticas de suas compras e todo o resíduo de PVC gerado ao longo do processo produtivo, retornando-o para o ponto de trituração e seguindo todo o ciclo até ser injetado. Do ponto de vista ambiental, quanto maior o consumido de matéria-prima por essas empresas, maior o benefício causado ao meio ambiente, pois ele é retirado do descarte da diversidade produtos fabricados com PVC.

As empresas A e D, reciclam totalmente o resíduo de alumínio resultante do processo de produção de matrizes. Estes são novamente reciclados na fundição para a produção de blocos, nos quais as matrizes são esculpidas. A empresa B, que também possui fundição, destina o cascalho de alumínio para reutilização por terceiros.

Com relação a água, todas as empresas afirmam reciclar a água do sistema de refrigeração. Contudo, o fato dela estar confinada no sistema não a caracteriza como residual.

As águas residuais de cozinhas e banheiros sanitários não são recicladas por nenhuma das empresas dos casos estudados.

Nenhuma das empresas estudadas recebem incentivos para reciclar e investir em máquinas e equipamentos para esse propósito.

O Quadro 19 mostra as características e ações identificadas nas empresas para o princípio reciclar.

Quadro 19 - Reciclar.

Características e ações	EMPRESAS					
	A	B	C	D	E	F
Reinsere o resíduo no processo produtivo	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Recicla água	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Recicla água residuais						
Recebe incentivos para reciclagem						

Fonte: Produção do próprio autor com base nas informações coletadas na empresa.

— Reduzir descarga e descarte de resíduos.

A produção de calçados injetados não gera efluentes por não consumir água diretamente no processo produtivo. As descargas de água, decorrentes do uso humano em cozinhas e banheiros sanitários, ocorrem nos sumidouros de cada empresa.

Nenhuma das empresas apresenta controle e conhecimento sobre o volume de águas residuais descartadas.

Com relação a redução do consumo e descarga de águas, os empregados não são orientados a economizar e preservar a água.

O descarte de resíduos sólidos é mínimo por parte de todas as empresas dos casos estudados. As empresas A e C afirmam não descartar resíduos, por reciclarem todos os que geram. A empresa F descarta por meio da coleta pública e as demais empresas destinam os resíduos a reutilização por outras empresas ou a incineração por empresa especializada.

Uma barreira encontra por todas as empresas para reciclar as águas residuais é a falta de informação relacionada ao volume e custo do desperdício e da descarga de águas residuais, bem como do custo de investimentos necessários para o tratamento dessas águas.

O Quadro 20 mostra as características e ações identificadas nas empresas para o princípio reduzir descarga e descarte de resíduos.

Quadro 20 - Reduzir descarga e descarte de resíduos.

Características e ações	EMPRESAS					
	A	B	C	D	E	F
Gerencia águas residuais						
Reusa águas residuais						
Controla o consumo de água em banheiros						
Gerencia o descarte de resíduos		✓		✓	✓	

Fonte: Produção do próprio autor com base nas informações coletadas na empresa.

— Melhorar a gestão da produção e ambiental

Para melhorar a gestão é necessário coletar mais e melhores informações sobre pontos críticos ao longo do fluxo de produção. Os parâmetros de cada processo, favorecem a obtenção de uma visão sobre a dinâmica da produção.

Também é necessário habilidade e prática gerencial para saber monitor os parâmetros e tomar decisões corretas que garantam um fluxo de produção contínuo e consciente dos requisitos ambientais, com a obtenção dos menores custos de produção.

Uma gestão melhor faz uso da tecnologia e inovação para obter suporte a decisão e desenvolver políticas direcionadas a sustentabilidade e a P+L.

O processo produtivo das empresas se assemelham bastante, com exceção da empresa F, no que diz respeito ao processo de metalização, que é específico e envolve equipamentos e tecnologia diferentes. São considerados maduros para as empresas B, C, D e E, ou seja, a empresa tem pleno conhecimento e domínio sobre eles. A empresa A e F por terem feito

mudanças no seu negócio considerem que seus processos podem melhorar em termos de eficiência. A empresa C tem o processo mais simples, uma entrada e uma saída, e nenhuma medida de eficiência. A empresa D tem o processo mais complexo e a empresa B se assemelha a este. Estas duas empresas procuram monitorar o processo constantemente e corrigir falhas o mais cedo possível quando estas ocorrerem.

A empresa A mesmo não tendo a estabilização ou conhecimento total do processo de produção de calçados, não faz nenhum controle em relação aos recursos consumidos. Verifica apenas se as saídas estão conforme a ordem de produção e recicla tudo o que for resíduo, sem desenvolver conhecimento sobre a eficiência do processo. A empresa C se assemelha a esta em termos de controles de processo, contudo possui mais experiência e menor complexidade, o que favorece a gestão empírica.

A presença de indicadores de desempenho, que permitam o monitoramento e a gestão, só é encontrado nas empresas B e D, e esta última possui um maior número de indicadores que a primeira. A empresa E não possui indicadores de desempenho, mas possui sistema de gestão da produção. A simplicidade da empresa C e o fato de seu proprietário participar como operário, leva a crer que seus indicadores de gestão e desempenho estão empiricamente presentes em sua percepção e mente.

As empresas B, D e E possuem sistemas de informação que controlam estoques de materiais, ordens de produção, vendas, gestão de pessoas. Também fazem uso do sistema de gestão de energia elétrica, disponibilizado pela concessionária de energia elétrica, que permite o monitoramento da eficiência energética a cada momento. Apesar disso, não possuem indicador que relacione a proporção de entradas e saídas, o que prejudica a análise de eficiência dos processos e dos materiais. A empresa D se diferencia por ter desenvolvido um grupo de parâmetros ao longo do fluxo de produção, que permitem identificar e corrigir problemas em tempo hábil de obter as menores consequências.

A empresa F possui os equipamentos mais atuais e de maior tecnologia, porém possui os piores controles. Os sistemas informatizados não são adequadamente alimentados, exceto o de controle de pessoal. Os controles de estoques e de processos são realizados de forma visual pelos empregados e proprietário que acompanha todo o andamento da produção inspecionando e tomando decisões constantemente.

Não foi identificado ferramentas específicas de apoio a tomada de decisão nem de gestão ambiental, que considere informações como riscos, perigos, toxidade, poluição e proteção associadas a materiais.

Em todas as empresas estudadas não há monitoramento de parâmetros com relação as exigências legais. A renovação de licenças é controlada pelo setor contábil e a produção se encarrega de providenciar as exigências de inspeção e fiscalização. Isso potencializa o risco de multas e suspensão da autorização legal exigida.

Todas as empresas procuram manter as exigências legais atualizadas em termos de licenças ambientais e para isso cumprem os requisitos exigidos pelo órgão licenciador. As empresas B, D e E possuem ações gerenciais para descarte de materiais tóxicos, que envolve procedimentos de acúmulo em locais reservados e seguro, e contrato com empresa especializada em executar os serviços de coleta, transporte e incineração de resíduos sólidos, urbanos, de serviços de saúde ou industriais.

Não foi identificado políticas de gestão ambiental próprias a cada empresa, todas elas se comportam no padrão de conformidade com a regulamentação. A falta de comportamento proativo que se antecipe e vá além da regulamentação provavelmente está associada a ausência de internalização do pensamento de mordomia dos recursos ambientais o que também causa a falta de ações gerenciais voltadas para a P+L.

Com relação a organização administrativa, as empresas A, C e F, não possuem organograma formal. As empresas B e E possuem 3 níveis hierárquicos, a empresa D possui cinco níveis.

Não há políticas claras de gestão ambiental para qualquer das empresas. Chama atenção o fato da empresa E possuir processos com maior tecnologia, usar a inovação como estratégia e não possuir políticas, nem ferramentas de gestão, nem indicadores de desempenho.

A gestão da empresa C não atribui qualquer atenção para as questões ambientais.

A posição ambiental, para as empresas A, B, E e F, resume-se a cumprir as exigências legais com o propósito de evitar multas. Somente as empresas B e D possuem, por exigência legal, um PGR (Programa de Gestão de Resíduos). A empresa D é a única que declara buscar a sustentabilidade por meio de sua gestão e faz uso de indicadores de desempenho para minimizar consumo e desperdícios. Conceitos relacionados à P+L são desconhecidos por todas as empresas pesquisadas, assim como nenhuma faz uso de ferramenta de suporte para aplicar seus princípios.

O Quadro 21 mostra as características e ações identificadas nas empresas para o princípio melhorar a gestão.

Quadro 21 - Melhorar a gestão

Características e ações	EMPRESAS					
	A	B	C	D	E	F
Define parâmetros de monitoramento para processos, materiais e ambiental		✓		✓	✓	
Monitora os indicadores operacionais		✓		✓	✓	
Monitora os indicadores ambientais						
Gerencia resíduos		✓		✓	✓	
Gerencia o uso da água						
Aprimora a prática operacional e ambiental		✓		✓	✓	✓
Identifica pontos de melhoria no processo	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Identifica pontos de melhoria na gestão ambiental						
Da suporte a decisão e definição de políticas de P+L						
Adota tecnologias de gerenciamento		✓		✓	✓	
Evitar gastos com multas	✓	✓		✓	✓	✓
Investe em tecnologias voltadas para a sustentabilidade.						

Fonte: Produção do próprio autor com base nas informações coletadas na empresa.

— Considerar a influência do governo e sociedade

As políticas governamentais, que são uniformemente aplicadas para todas as instalações industriais e empresariais, devem ser aprimoradas por cada empresa como atitude proativa em relação às práticas de P+L. Contudo, em todos os casos estudados, as empresas se limitam a observar a legislação, e isso quando são forçadas por lei para obterem as licenças desejadas.

As licenças ambientais são instrumentos governamentais preventivos para estabelecer condições e medidas de controle ambiental, que deverão ser observadas pelas empresas.

Todas as empresas estudadas possuem licença de operação, que além de autorizar a operação da atividade, atesta o cumprimento das exigências de licenças anteriores, como a prévia e a de instalação, bem como a adequação dos parâmetros de controle ambiental, e correto funcionamento de equipamentos de controle de poluição e processos operacionais adequados.

Um reclame geral das empresas estudadas se refere ao fato do governo não inspecionar os parâmetros exigidos por suas licenças, mas fiscalizar o pagamento das taxas exigidas. Também não presta as devidas orientações para ajudar as empresas a cumprir as exigências requeridas. Nenhuma das empresas estudadas consideram que os órgãos governamentais cumpram bem seus papéis, pois fazem exigências sem prestarem as devidas orientações, o que muitas vezes funciona mais como barreiras intransponíveis.

As empresas afirmam que as normas, mais parecem criar uma oportunidade para multas, que realmente proteger o meio ambiente. Todas as empresas gostariam de receber orientações, incentivos fiscais e suporte financeiros do governo para implementar ações e adquirir equipamentos voltados para a proteção ambiental e sustentabilidade. O governo não incentiva

nem oferece suporte financeiro para o desenvolvimento de práticas de proteção ambiental a nenhuma das empresas estudadas.

A empresa B gostaria que o governo fosse parceiro em fornecer informações que contribuíssem com a maior conscientização dos empregados e motivasse ações voltadas para as questões ambientais.

Nenhuma empresa estudada presta contas à sociedade em relação às suas atividades de produção e possíveis impactos causados ao meio ambiente. Também não há divulgação de ações ambientalmente corretas para melhorar a imagem da empresa com o público.

A empresa E, recebe exigências dos clientes internacionais para apresentar certificados ambientais e também exige que o PVC não use DOP como aditivo.

O Quadro 22 mostra as características e ações identificadas nas empresas para o princípio considerar a influência do governo e sociedade.

Quadro 22 - Considerar a influência do governo e sociedade.

Características e ações	EMPRESAS					
	A	B	C	D	E	F
Aprimora as políticas governamentais						
Observa o valor dos padrões requeridos pelas licenças ambientais		✓		✓	✓	✓
Recebe incentivo do governo para adoção de proteção ambiental						
Presta conta à sociedade de suas atividades						

Fonte: Produção do próprio autor com base nas informações coletadas na empresa.

5 DIRETRIZES PARA A IMPLEMENTAÇÃO DE PRINCÍPIOS DE P+L

As diretrizes propostas para a implantação dos princípios de P+L, tiveram como referencial para sua elaboração, a revisão da literatura, feita segundo os critérios estipulados nessa tese, os estudos dos casos e a opinião dos validadores.

Do referencial teórico, composto por estudos recentes e relevantes, selecionados pelo critério de maior citação, identificou-se os princípios que estavam presentes em ações ou oportunidades relacionadas a aplicação da P+L, em empresas de diversos ramos de atividades, localizadas em diversos países, fato que atribui universalidade aos princípios selecionados nessa tese.

O estudo dos múltiplos casos permitiu, ambientar o pesquisador nas práticas vivenciadas pelas empresas e verificar as evidências da presença ou não desses princípios, compreender a realidade em termos de processos, gestão, dificuldades, aplicabilidade ou oportunidades de aplicação dos referidos princípios da P+L.

Com base nas características identificadas na literatura e nessas fontes de evidências, foi feito uma proposta inicial de diretrizes, que foi submetida a apreciação e validação por aqueles inicialmente definidos por essa tese.

A empresa D, foi julgada pelo pesquisador, como aquela que apresentou o melhor posicionamento e consciência ambiental. O gerente de produção, foi aquele que representou essa empresa para fazer as considerações sobre as diretrizes propostas.

A empresa de consultoria que validou as diretrizes é uma certificadora da ISO 14000, com sede em Recife e atuação em todos os Estados do Nordeste e Minas Gerais.

O profissional, com experiência em sustentabilidade e gestão ambiental, participa em vários projetos ambientais, junto ao Instituto Brasileiro de Ecologia e Meio Ambiente (IBEMA), com sede em Fortaleza.

Após as observações feitas por esses profissionais, correções foram feitas para ajustar as diretrizes para uma maior eficácia da sua adoção. A proposta final para implantar e gerenciar cada princípio é apresentada a seguir.

5.1 DIRETRIZES PARA O PRINCÍPIO “REDUZIR CUSTO, CONSUMO E DESPERDÍCIOS”

Para reduzir custo, consumo e desperdício na produção de calçados plásticos, é preciso focar principalmente nos materiais secundários, água e energia. A razão disso está no fato da matéria prima ter a eficiência de ser 100% reciclável e não apresentar desperdícios.

A redução de custo pode ser aplicada a todos os materiais por ocasião da compra desses. A negociação de compra deve buscar o menor custo e manter as características especificadas para o material. Assim, a compra deve considerar os parâmetros técnicos e financeiros. Os parâmetros técnicos, que envolvem as características dos materiais, devem ser especificados pela gestão da produção, com o envolvimento dos setores de projeto de produto e de materiais, os parâmetros financeiros devem ser especificados pelo setor financeiro da empresa. As especificações de ambos os setores devem obter a concordância da mais elevada gestão ou diretoria.

Políticas de compras, que considerem os parâmetros técnicos e financeiros, devem ser definidas pela empresa, para que o setor de compras ou indivíduo responsável pelas compras, se guie por essas políticas e assegure os menores preços na totalidade do processo de compra, que deve incluir todos os custos para ter o material disponível à empresa.

O processo de compra e negociação com os fornecedores deve ser centralizado em um setor ou indivíduo treinado e com experiência para selecionar fornecedores e materiais, segundo os critérios pré-definidos pelas políticas de compra e especificação de materiais.

Indicadores de consumo e desperdícios para materiais, água e energia, devem ser definidos de modo que, o monitoramento permita acompanhar o desenvolvimento do consumo ao longo da produção e identificar e quantificar os desperdícios, para que ações corretivas possam ser tomadas visando eliminar ou minimizá-los.

O volume de água, consumida em banheiros, pode ser reduzido pela regulação da boia nas caixas de descargas ou regulação da válvula de descarga, diretamente ligada na tubulação. A substituição de torneiras, para obter uma menor vazão e menor tempo de abertura, também reduzirá o consumo e devem ter a troca planejadas.

A partir do monitoramento do consumo de energia, deve ser identificado os equipamentos que apresentem maior consumo de energia e buscado alternativas de redução do consumo, por melhoria no uso, manutenções corretivas ou até mesmo a substituição por equipamentos mais eficientes.

Quadro 23 – Diretrizes para o princípio “reduzir custo, consumo e desperdício”.

Desenvolver políticas de compras para assegurar os menores preços
Centralizar a responsabilidade dos processos de compra
Criar indicadores de consumo de materiais, água e energia.
Monitorar o consumo de materiais, água e energia.
Identificar desperdícios de materiais, água e energia.
Substituir equipamentos de alto consumo elétrico

Fonte: Elaborado pelo autor

5.2 DIRETRIZES PARA O PRINCÍPIO “AUMENTAR A EFICIÊNCIA”

A empresa deve medir, para cada saída de processo, as respectivas quantidades consumidas de insumos. A eficiência poderá ser medida pela relação entre as quantidades de entrada e de saída de insumos, necessários para se obter o produto desejado, em um determinado processo. Por exemplo, se um solado injetado pesa 50 gramas, o processo de injeção de 100 solados será 100% eficiente caso consuma 5 quilogramas de PVC formulado.

Sempre que a entrada apresentar quantidades maiores que a saída, houve perda de eficiência. Essa perda reflete em resíduos, que podem ser reciclados ou reutilizados com algum custo, ou podem ser descartados no ambiente, como última opção desejada. Assim, os insumos apresentam medidas de eficiência, que sinalizam a necessidade de ações direcionadas a melhoria de sua eficiência.

Medidas de eficiência, em relação a formulação do PVC, devem ser feitas para as possibilidades de variação de elementos e quantidades envolvidas na fórmula, para que se encontre a alternativa mais eficiente, e se adote suas especificações, desde que não altere as características finais do produto. Essa busca de maior eficiência deve ser de responsabilidade da gestão da produção ou de um setor mais específico, que juntamente com os setores de projeto do produto e financeiro, devem desenvolver as especificações dos materiais, possíveis de serem usados pela produção, com suas respectivas eficiências calculadas e análises de custo benefício feitas para definição de alternativas de uso na produção.

Com essas definições, a gestão da produção deverá monitorar seus valores e acompanhá-los, para evitar que a queda da eficiência produza desperdícios ou resíduo, que possam poluir o ambiente.

A eficiência deve ser uma característica monitorada e obtida a partir do cotidiano da produção e atualizada no registro de materiais. A variação dessa característica indica possibilidades como, variação da qualidade do material, alteração do processo produtivo ou erros humanos, durante a execução do processo.

Os materiais monitorados, que apresentarem baixa eficiência, devem ser substituídos por outros que apresentem melhor eficiência. O setor de compras deve ser informado sobre a necessidade de substituição de materiais, para que pesquise fornecedores que possam apresentar materiais mais eficientes, dentro dos limites financeiros estipulados para garantir o custo benefício.

Os insumos podem perder sua eficiência, por influência da mão de obra ou dos equipamentos e técnicas usadas no processo. Por conta disso, a mão de obra precisa ser capacitada por meio de treinamentos e cursos, para garantir a eficiência do processo. Esse tópico está contemplado no princípio “considerar a influência da dimensão humana”, assim como os princípios relacionados ao grupo “processos”, fazem as devidas considerações a respeito dos equipamentos e da tecnologia.

A eficiência da água, pode ser aumentada a partir da gestão do seu consumo, que fará uso das informações de consumo e descargas, levantadas para promover a redução de custos. A gestão da água, deverá contemplar a providência de medidores de consumo em banheiros, cozinhas e sistema de arrefecimento. A eficiência, será beneficiada pelas medidas redução de consumo de água, especificadas no princípio “reduzir custo, consumo e desperdício”.

A manutenção de vazamentos em boias, das caixas e válvulas de descargas, bem como a substituição de torneiras para redução de consumo, também aumentará a eficiência da água.

A eficiência elétrica, também faz uso do princípio de redução de consumo, cujo monitoramento, se faz necessário a intervalos de no máximo uma hora. Para isso, um acordo de uso do sistema de gestão de energia, oferecido pela concessionária, é uma alternativa de fácil implementação. A gestão do consumo de energia, permitirá identificar os equipamentos com maior consumo de energia e buscar alternativas de redução do consumo, por melhoria no uso, manutenções corretivas ou até mesmo a substituição por equipamentos mais eficientes.

Normas de horário de funcionamento de máquinas e equipamentos elétricos, devem ser definidas pela gestão organizacional e devem contemplar, até mesmo, a sequência na qual os motores de maior potência devem ser ligados.

Cálculos de demanda de potência, devem ser feitos, por pessoal especializado, sempre que ocorrerem alterações em relação aos motores instalados e em uso na empresa. Esse cálculo, será usado para dimensionar o banco de capacitores, a ser instalado para eliminar ou minimizar o fator de potência, que prejudica a eficiência da energia e eleva seus custos.

Quadro 24 – Diretrizes para o princípio “aumentar a eficiência”.

Desenvolver critérios de eficiência dos materiais
Pesquisar e substituir fornecedores, produtos e equipamentos
Calcular o custo benefício dos materiais
Treinar e qualificar mão de obra
Gerenciar água
Desenvolver plano de manutenções de motores e banco de capacitores

Fonte: Elaborado pelo autor

5.3 DIRETRIZES PARA O PRINCÍPIO “PRESERVAR OS RECURSOS NATURAIS”

A produção de bens, pode causar danos ao meio ambiente, por dois possíveis motivos, um, pela retirada de recursos naturais, sem planejar sua renovação, quando estes forem renováveis. Outro, por depositar resíduos que poluam e tragam prejuízos a saúde do ambiente e dos seres humanos.

Preservar recursos naturais, diz respeito a resguardar os recursos de sua extinção, em relação a sua disponibilidade para as gerações futuras.

Portanto, a empresa deve manter um sistema produtivo, que ofereça seu produto em escala que respeite os limites do meio ambiente, tanto para retirada de recursos, quanto para a capacidade de absorver e degradar os resíduos recebidos. A capacidade empresarial requerida para que se consiga isso, envolve uma boa base econômica, social e ambiental, para se adaptar ao ecossistema no qual a empresa está inserida. Preservar os recursos naturais, consiste em proteger o meio ambiente contra as ações indesejadas dos sistemas de produção. Portanto, a empresa deve identificar os impactos que sua atividade industrial produz no entorno. Para cada impacto identificado, deve definir ações corretivas ou mitigadoras que minimizem os efeitos de resíduos, emissões e efluentes.

A gestão organizacional, deve desenvolver uma gestão ambiental, que oriente o sistema produtivo pela “hierarquia dos resíduos”, para prevenir a geração de resíduos e reciclar ao máximo, aqueles que forem gerados, de maneira que o plano de gestão de resíduos, seja efetivamente executado.

A gestão de resíduos, deverá identificar os pontos de geração de resíduos, quantificar e destinar os resíduos de forma apropriada, recorrendo a um dos três níveis de aplicação da P+L, para garantir que não sejam descartados. Também deverá ficar a cargo dessa gestão, o gerenciamento dos efluentes sanitários. O tratamento de fossas e esgotos, deve ser desenvolvido para que as descargas no solo, não sejam poluentes.

A gestão ambiental, deve gerenciar as atividades da empresa com relação a legislação vigente e desenvolver ações proativas e políticas internas, que melhorem o desempenho ambiental da empresa.

O desempenho ambiental, deve ser monitorado pela gestão ambiental e suas ações de prevenção e proteção ambiental, devem ser comunicadas ao público, para fornecer satisfação aos *stakeholders* e à sociedade.

Para ampliar o uso de energia limpa, as empresas de calçados plásticos podem recorrer a projetos de energia solar fotovoltaica. Além de ser uma energia limpa, o ganho financeiro resgata todo o investimento em poucos anos. Durante o dia, a empresa lança na rede elétrica da concessionária, o excesso que não consumiu, durante a noite, a empresa consome energia da concessionária. A compensação é registrada por meio de um medidor bidirecional, que mede a energia lançada na rede pública, durante os períodos de sol, e a consumida durante a noite, transformando a diferença em créditos.

Quadro 25 – Diretrizes para o princípio “preservar os recursos naturais”

Identificar os impactos de suas atividades causados no entorno
Planejar ações corretivas e mitigadoras para os impactos identificados.
Gerenciar resíduos efetivando o PGR
Tratar, minimizar e mitigar efluentes e emissões
Usar energia limpa
Desenvolver medidas de gestão e conservação que atenda às necessidades dos <i>stakeholders</i>
Conformar a produção com normas de gestão ambiental

Fonte: Elaborado pelo autor

5.4 DIRETRIZES PARA O PRINCÍPIO “USAR MATERIAIS AMBIENTALMENTE AMIGÁVEIS”

A gerencia da produção, deve definir políticas, em conjunto com o setor de projeto do produto, que oriente o setor de materiais a pesquisar no mercado, materiais que apresentem as características e propriedades especificadas para cada produto. A escolha dos materiais, deve evitar aqueles que apresentem características tóxicas e nocivas aos humanos e ao meio ambiente. Devem ser privilegiados, os materiais que apresentarem características positivas em relação ao ambiente e a produção, tais como: serem renováveis, não poluentes, não tóxicos, reciclados ou fáceis de reciclar, apresentar eficiência elevada, facilidade de armazenamento e terem custo financeiro aprovado pela alta gestão.

Portanto, a empresa deve responsabilizar o setor de materiais ou um indivíduo, para cumprir a função de pesquisar, alternativas de materiais disponíveis no mercado, verificar suas

características e adotar um meio de registrar, atualizar e recuperar de forma fácil, sempre que necessário, a informação que caracteriza cada um dos materiais. O registro dos materiais, deve classificá-los quanto a características poluentes, tóxicas e perigosas, e permitir que ao longo de sua utilização, se registre as informações de sua eficiência e outras observações que se façam necessárias.

As informações constantes no registro de materiais, devem apoiar a tomada de decisão em relação a substituição de materiais, em uso, que apresentem características poluentes, perigosas, tóxicas ou baixa eficiência.

Quadro 26 – Diretrizes para o princípio “usar materiais ambientalmente amigáveis”

Identificar características dos materiais.
Classificar os materiais com relação a poluentes, tóxicos ou perigosos
Criar registros de informação para cada material.
Relacionar os materiais permitidos
Monitorar a eficiência dos materiais e atualizar registro de materiais.
Substituir materiais poluentes, tóxicos, perigosos ou de baixa eficiência

Fonte: Elaborado pelo autor

5.5 DIRETRIZES PARA O PRINCÍPIO “CONSIDERAR A INFLUÊNCIA DA DIMENSÃO HUMANA”

Para que os sistemas de produção tenham uma probabilidade maior de sucesso, no progresso em direção a uma sustentabilidade alavancada pela P+L, a empresa precisa desenvolver meios, para compreender melhor a influência da dimensão humana sobre seus sistemas empresariais e sobre o seu produto.

É importante considerar os motivos, que levam as pessoas a se comportarem de forma ineficiente nas organizações, saber que fatores contribuem para provocar mudanças positivas no comportamento dos empregados, de modo a levá-los a um patamar mais elevado de eficiência, produtividade e consciência ambiental, para que possam colaborar positivamente com as iniciativas de P+L.

Essa compreensão, pode ser obtida a partir de questionários tecnicamente planejados, com o auxílio da psicologia e do comportamento organizacional, para se obter informações do elemento humano, com relação a sua participação no sistema. Quais suas dificuldades técnicas na execução do trabalho, quais suas dificuldades de relacionamentos com colegas e com a gerência, quais suas motivações, frustrações, limitações e compreensões acerca de suas funções.

Essas informações obtidas do pessoal, devem ser apropriadamente registradas e subsidiar ações que reduzam a influência negativa e potencialize as positivas, em relação a dimensão humana.

Considerando que a maioria dos processos, na produção de calçados plásticos, envolvem pessoas em sua execução, sua eficiência sofre influência do elemento humano, no que diz respeito a dependência de suas habilidades e *know-how*, por isso, a empresa precisa definir as habilidades e qualificações para cada posto de trabalho, bem como especificar medidas ou indicadores que permitam avaliar o desempenho individual em relação a essas definições.

Feito isso, a partir de informações da produção, deve-se identificar pessoal e processos que envolvam a necessidade de treinamento e capacitação.

A empresa deve elaborar ou fazer parcerias, com instituições técnicas de ensino para oferecer cursos de treinamento, para corrigir, atualizar ou capacitar, para uma melhor execução dos processos, pelo ganho de conhecimento técnico. Espera-se com isso, valorizar o profissional, obter ganhos econômico e melhor desempenho operacional.

Cursos voltados para os temas da qualidade, segurança do trabalho e sustentabilidade, com o propósito de desenvolver a consciência ambiental, devem ser regularmente planejados e oferecidos a todos os empregados, e a depender da rotatividade de pessoal, a frequência e oferta dos cursos, devem ser definidas em agenda de eventos para o pessoal.

O setor de recursos humanos ou departamento de pessoal, deve gerenciar os cursos, de modo a garantir que todo o pessoal, envolvido com a área do curso ofertado, participe integralmente do treinamento.

Meios de divulgação de políticas ambientais internas, devem ser desenvolvidos para conhecimento de todo o pessoal da empresa.

Quadro 27 – Diretrizes para o princípio “considerar a influência da dimensão humana”

Desenvolver meios de compreensão do comportamento do pessoal em relação a seu trabalho.
Definir habilidades e qualificações para cada posto de trabalho.
Criar medidas e indicadores de desempenho profissional.
Avaliar o desempenho individual a partir dos indicadores definidos.
Identificar pessoal e processos que precisem de treinamento.
Criar e executar plano de treinamento da mão de obra.
Buscar parceria para execução de capacitação e treinamento de pessoal.
Divulgar normas e questões ambientais

Fonte: Elaborado pelo autor

5.6 DIRETRIZES PARA O PRINCÍPIO “EVITAR RESÍDUOS NA ORIGEM”

A gestão de resíduos identifica os processos que geram resíduos e analisa suas causas. No geral, resíduos são gerados por ineficiência de materiais, equipamentos, processos ou pessoas.

A empresa deve, por meio da gestão de resíduos, identificar a fonte e mensurar seus volumes, analisar e classificar a causa, quanto ao motivo de geração do resíduo, e solicitar da produção que providencie ações corretivas de eliminação, redução ou mitigação.

Identificado a causa, caso o motivo seja a ineficiência do material, a gestão de resíduos deve fazer uso do registro das características do material, para priorizar as ações corretivas, em função do risco desse material residual.

Após receber retorno da produção, em relação as providencias tomadas, deve-se verificar a necessidade de atualizar o registro de materiais, com relação as informações de desempenho, custo e impacto ambiental. Também deve ser verificado, a possibilidade de usar material substituto, buscando a concordância da produção, projeto de produto e custo financeiro.

Caso o motivo seja decorrente de equipamento ou processo, a gestão de resíduos deve solicitar, que a gestão da produção providencie, para os casos de equipamentos, a devida manutenção ou substituição da máquina ou equipamento, e para os casos de processos, que se planeje a modificação ou redefinição corretiva. As alterações de processos, devem avaliar a necessidade de comunicação e treinamento, e tomar as devidas providencias.

Caso o motivo seja relacionado ao fator humano, este deve receber orientações, que busquem corrigir a ineficiência de operação do processo, e o empregado deve ser incluído no planejamento de treinamentos.

Quadro 28 – Diretrizes para o princípio “evitar resíduos na origem”

Identificar no processo, pontos de geração de resíduos
Mensurar as quantidades, custo e impacto ambiental dos resíduos
Analisar e pontar a causa dos resíduos
Classificar os resíduos quanto a suas causas
Substituir material, aperfeiçoar o processo ou treinar pessoal

Fonte: Elaborado pelo autor

5.7 DIRETRIZES PARA O PRINCÍPIO “INOVAÇÃO”

A empresa, deve desenvolver pesquisas com relação ao “estado da arte” do seu negócio, no que diz respeito à materiais, produto, tecnologia de produção, máquinas e equipamentos. A pesquisa deve levar em consideração, a visão da sustentabilidade e desempenho ambiental, a ser alcançada por meio das ações da P+L.

O custo de usinagem das matrizes caiu bastante com a popularidade dos tornos CNC, uma novidade que revolucionou a produção de calçados injetados na última década. Contudo, é importante descobrir novas ligas metálicas, que facilitem a produção de matrizes e reduza o custo de produzi-las.

De modo semelhante, é preciso acompanhar o mercado de equipamentos e ferramentas relacionadas a produção de calçados plásticos, o que pode ser feito por meio da participação em feiras especializadas. Assim, um calendário com os principais eventos relacionados ao setor de calçados plásticos, deve ser elaborado e planejado as participações da empresa, com a prévia definição de seus participantes.

Há uma necessidade de pesquisar novas técnicas de pintura de PVC e novos tipos de tintas à base d'água, que apresentem custos menores que os atualmente praticados. Essa pesquisa tem grande importância no que permite a eliminação da poluição de tintas e solventes.

Os processos, apresentam uma grande oportunidade para inovação, pois a dinâmica de lançamento dos modelos, permite a cada novo modelo, repensar o processo em sua forma de execução e aperfeiçoá-lo, em relação as dificuldades apresentadas no modelo anterior.

Uma oportunidade positiva para inovar o processo está em ouvir o operador. Este, mediante as possíveis dificuldades enfrentadas na execução dos mesmos, poderá sugerir mudanças de melhoria. Assim, a gestão da produção deve ouvir cada um dos participantes do processo, registrar suas observações em relação às propostas de melhorias e compilar as diversas opiniões, para apresentá-las ao setor de projetos, para produzir aprendizado organizacional e melhoria constante.

Meios de premiações de ideias, devem ser desenvolvidos pela empresa, para motivar sugestões relacionadas ao produto, processo e ferramentas ou qualquer outra ação que contribua para economia de custo, quantidades, tempo de processo, aumento da eficiência ou melhoria do desempenho ambiental da empresa.

Quadro 29 – Diretrizes para o princípio “inovação”

Pesquisar sobre o estado da arte da injeção de plásticos de PVC
Faz pesquisa e desenvolvimento
Atualiza ferramentas e equipamentos
Transforma processo, produto e gestão
Comunica as práticas limpas

Fonte: Elaborado pelo autor

5.8 DIRETRIZES PARA O PRINCÍPIO “INVESTIR EM TECNOLOGIA VERDE”

A tecnologia pode ser encontrada em quase todos os aspectos da sociedade, e por isso, tem alterado o estilo de vida das pessoas e o modo de produção das empresas. A poluição, associada à produção industrial, pode ser mitigada pelo uso da tecnologia verde, que é aquela ambientalmente amigável.

A empresa deve buscar meios de adquirir conhecimento sobre a ciência que envolve os métodos de injeção de plásticos, aplicados a produção de calçados, no que diz respeito a processos, máquinas e equipamentos, para identificar a melhor tecnologia disponível a ser aplicada na planta industrial, para com isso trazer eficiência no consumo de materiais e de energia e redução de resíduos e poluição.

De posse desse conhecimento, a empresa deve fazer uma análise das possibilidades de atualização e inovação dos processos, máquinas e equipamentos.

Levantado cada possibilidade de reforma da tecnologia usada na planta industrial, deve-se fazer uma análise de custo benefício para cada uma delas, de forma a apoiar a tomada de decisão em relação ao investimento financeiro.

A decisão de investimento, em tecnologia verde, deve considerar não apenas o custo de aquisição de máquinas ou equipamentos, mas também o custo de treinar a mão de obra, para o correto uso da nova tecnologia. Isso poderá implicar na necessidade de contratar pessoal com qualificação mais elevada ou específica, para a tecnologia adquirida.

A sinalização de mudança de tecnologia deve receber o aval com pareceres da gerência de produção, da gestão ambiental, da administração financeira. A mais alta gerência ou diretoria, deverá decidir sobre a aprovação da reforma ou mudança de tecnologia, assinando a autorização para o investimento.

Uma forte sugestão a ser observada, diz respeito ao fato da mudança tecnológica não violar os princípios de proteção ambiental, em favor do crescimento econômico, mas conciliar esse crescimento com o desenvolvimento sustentável.

Caso ocorram mudanças na tecnologia, a empresa deverá estipular um prazo para avaliar os efeitos da mudança, verificar e mensurar o quanto reduziu de impactos ambientais, das atividades do processo produtivo e ou se trouxe melhorias para o bem-estar humano.

Essa avaliação da mudança de tecnologia, deve compor a lógica que leva a mensuração do desempenho e da eficiência ambiental da empresa, e que devem ser divulgados para o conhecimento da sociedade de sua área de influência.

Uma possibilidade de implementar mudanças na tecnologia atual do sistema produtivo, está na busca de parceria com universidades e institutos de pesquisas. Tais instituições podem colaborar com as pesquisas, que já desenvolvem e podem ser aplicadas no contexto produtivo da empresa. Isso pode reduzir muito os custos de aquisição da tecnologia e possibilita deixar as atividades de pesquisa, a cargo das instituições e profissionais especializados.

Assim, a empresa deve buscar meios de desenvolver parcerias com universidades e institutos que possam pesquisar sobre a grande maioria das técnicas usadas pela empresa. Por exemplo, na área da química, para melhoria da formulação do plástico, na mecânica, para a melhoria na fundição e usinagem de matrizes, na informática, para melhoria dos sistemas de informações e uso de softwares, que melhorem o projeto do produto, e na administração, para melhorias das técnicas de gestão e planejamento de processos.

Essas instituições de pesquisa, também poderão contribuir com a avaliação do desempenho ambiental da empresa.

Quadro 30 – Diretrizes para o princípio “investir em tecnologia verde”

Desenvolver meios de adquirir conhecimento sobre o progresso da tecnologia sobre calçados injetados
Analisar as possibilidades de reforma tecnológica
Fazer análise de custo benefício de cada possibilidade de reforma tecnológica apontada
Submeter proposta de reforma ao crivo das gestões da produção, ambiental e financeira
Decidir sobre a aprovação da reforma
Avaliar os efeitos da reforma da tecnologia
Fazer parcerias com instituições de pesquisa
Definir meios de medição e medir o desempenho ambiental
Divulgar o desempenho ambiental com a sociedade.

Fonte: Elaborado pelo autor

5.9 DIRETRIZES PARA O PRINCÍPIO “PROTEGER O MEIO AMBIENTE E SERES HUMANOS”

A proteção do meio ambiente e do bem-estar da população humana, dependem da ótica da sustentabilidade, que a empresa aplique sobre suas atividades de produção, de modo que elas sejam regulamentadas, por normas preventivas contra a poluição e a degradação dos recursos naturais.

Enquanto o princípio “preservar os recursos naturais” foca sua atenção para a retirada de recursos do ambiente, que possa levar ao esgotamento do mesmo, esse princípio coopera com a preservação ambiental, focando no que é depositado no meio ambiente. Pelo primeiro princípio, a gestão de resíduos já mapeou os pontos de geração, fez ações corretivas e destinou ao descarte, aqueles que não puderam ser reciclados ou reusados pela empresa ou por terceiros.

Esses resíduos são o foco de atenção deste princípio. Assim, a gestão ambiental deve analisar os impactos, que estes resíduos podem causar no ambiente e nos seres humanos.

Para cada risco levantado, ações reparadoras ou mitigadoras devem ser definidas, como proposta de solução e deve ser submetida a apreciação pela mais alta gestão da empresa.

A alta gestão deverá avaliar e, preferivelmente, providenciar sua implementação para garantir o bom desempenho ambiental e divulgar a boa imagem da empresa.

A proteção dos seres humanos, envolve não apenas os riscos do descarte, mas também os riscos associados durante a produção e o ciclo de vida do produto até o seu descarte.

Durante a produção, a proteção do ser humano deve considerar, para cada processo e material, com o qual o mesmo tenha contato, os riscos associados às características dos materiais, pesquisados e registrados pelas diretrizes para “usar materiais ambientalmente amigáveis”.

Atenção especial deve ser dada aos elementos químicos usados na formulação do PVC. A exigência do mercado europeu para o não uso do DOP, como plastificante, constitui um alerta para investigar as razões dessa exigência e buscar a total substituição de elementos de igual risco. A investigação, deverá suprir a falta de informações sobre características perigosas e poluentes dos produtos químicos, usados como aditivos nas formulações do PVC.

A gestão ambiental deve especificar, exigir e fiscalizar o uso de equipamentos de proteção individual (EPI), como meio de proteção contra os materiais perigosos, que ainda não tiveram substitutos ou não puderam ser substituídos.

É importante que avaliações de saúde, sejam regularmente feitas com o pessoal que manipular materiais que apresentem riscos aos seres humanos.

Há uma dificuldade em coletar informações relativas ao uso do produto. A falta de reclamações, sugere que não haja problemas relacionados a perigos ou danos causados pelo uso do produto. Contudo, a empresa deve tirar proveito da parceria com instituições de pesquisa, que usem sua expertise para esporadicamente investigar e registrar maiores informações sobre o ciclo de vida do produto, principalmente durante seu uso, que é o período obscuro para a empresa, por falta de relacionamento com o cliente final.

Para proteção do ambiente é oportuno observar a questão das águas residuais. As empresas de calçados plásticos injetados não usam água no processo produtivo. Todo seu volume de águas residuais tem origem nas pias, chuveiros e sanitários. Essas águas usadas quando lançadas, sem tratamento, diretamente no solo, podem causar danos ao meio ambiente e à saúde humana, por conterem nutrientes e produtos químicos, além de organismos bacterianos, virais e protozoários que podem sobreviver em resíduos de origem humana e

material fecal. Portanto, a empresa deve cuidar para que essas águas residuais não entrem diretamente em contato com as águas naturais do subsolo.

Quadro 31 – Diretrizes para o princípio “proteger o meio ambiente e seres humanos”

Analisar os impactos dos resíduos descartados
Desenvolver propostas de ações reparadoras ou mitigadoras dos impactos identificados
Aprovar e implementar propostas de ações para reparar ou mitigar os impactos.
Investigar os perigos relacionados aos elementos químicos usados como aditivos
Especificar e fiscalizar o uso de EPIs
Avaliar a saúde do pessoal envolvido com materiais perigosos
Pesquisar sobre os efeitos do uso do produto por meio dos parceiros de pesquisa

Fonte: Elaborado pelo autor

5.10 DIRETRIZES PARA O PRINCÍPIO “REUTILIZAR RESÍDUOS”

Reutilizar resíduos é uma estratégia da P+L para reduzir a poluição, que possui uma sutil diferença com reciclar, embora na maioria das vezes os termos sejam usados indistintamente. Nessa tese, usa-se o termo reciclagem interna, para se referir a aquela feita por meio de uma reutilização de resíduos, para a mesma aplicação, ou seja, o resíduo é reinserido no mesmo processo que o originou. Diz-se reutilização ou reuso, quando o resíduo for destinado a um uso futuro, em uma aplicação diferente ou para a recuperação, de apenas partes dos recursos materiais.

O Centro Nacional de Tecnologias Limpas usa apenas os termos reciclagem interna e externa, sem considerar o termo reutilização. Contudo, deduz-se que a reciclagem externa é um reuso futuro do resíduo, que não pôde ser reinserido no processo da empresa que o gerou, nem a mesma encontrou outra aplicação para esse resíduo, que por isso foi repassado a terceiros ou foi destinado a decomposição pelos ciclos biogênicos.

A empresa deve praticar a minimização dos resíduos, buscando formas de reciclar o resíduo ou aplicar outro uso para os mesmos.

Para as empresas de calçados plásticos injetados, algumas oportunidades de reutilização de resíduos se apresentam a começar na triagem de da sucata de PVC. Outros tipos de plásticos como PP, PE e PU, devem ser classificados, separados e acumulados para o repasse a terceiros.

Outra oportunidade, pode ser viabilizada com o papelão, das caixas de compras de materiais secundários, com o cascalho de alumínio resultante do processo de produção de matrizes, nos casos em que a empresa não tenha fundição própria, e outros tipos de metais como o cobre presente em fios elétricos encontrados também na sucata de PVC.

Sugere-se que a gestão de resíduos, seja a responsável para gerenciar esses resíduos não recicláveis pela própria empresa e faça os treinamentos ou as devidas orientações ao pessoal envolvido com o trato desses resíduos.

Uma oportunidade de negociação fácil, pode ser obtida por meio da concessionária de energia, que apresenta um programa de captação de resíduos, em troca de créditos na conta de energia elétrica. Recomenda-se que um estudo financeiro, possa avaliar a melhor alternativa de repasse, dos resíduos sólidos destinados a reutilização por outras empresas, se negociado diretamente com a concessionária de energia ou se busca compradores específicos para cada tipo de resíduos.

Uma grande oportunidade de reutilização está presente no consumo de água em pias, chuveiros e sanitários. A empresa deve desenvolver um estudo e projeto, para viabilizar o tratamento e reutilização dessas águas. No mínimo, elas devem ser tratadas antes de serem liberadas no solo. Entretanto, deve-se considerar a possibilidade de reutilizar, com um mínimo de tratamento, as águas de pias e chuveiros, para regar jardins ou lavar áreas de pisos.

Quadro 32 – Diretrizes para o princípio “reutilizar resíduos”

Reduzir os resíduos não úteis a empresa por meio da reutilização de terceiros
Buscar alternativas de negociação para os resíduos destinados a reutilização externa
Avaliar e optar pela melhor alternativa de negociação dos resíduos de reutilização externa
Desenvolver estudo de viabilidade para reutilização das águas residuais

Fonte: Elaborado pelo autor

5.11 DIRETRIZES PARA O PRINCÍPIO “RECICLAR RESÍDUOS”

As empresas de calçados plásticos são naturalmente recicladoras, pelo fato da sua principal matéria prima ser o PVC reciclado. A gestão de resíduos deve ser encarregada da responsabilidade sobre os princípios de “reutilização” e “reciclagem”. É oportuno recomendar, que essa gestão no acompanhamento das quantidades de resíduos geradas, compartilhe essa informação com a gerência da produção, para que se verifique a eficiência dos processos, dos operadores e da reciclagem. Dos processos, para saber se os resíduos gerados estão dentro dos limites aceitáveis para o respectivo processo, dos operadores, para saber se estão trabalhando de forma correta ou se o volume de resíduos sinaliza sua ineficiência, e da reciclagem, para saber se o total de resíduos está sendo reciclado. Isso se deve ao fato da possibilidade de os operadores negligenciarem com a eficiência da operação, em virtude de desenvolverem a compreensão de que, uma vez que todo o resíduo de PVC será reciclado, não há motivos para se preocupar com a geração de resíduos.

A reciclagem, especificamente por ser a prática que ocorre internamente na empresa, deve apresentar medidas que possibilitem a gestão de resíduos gerenciar seu desempenho. Sugere-se indicadores como os usados pela engenharia e política ambiental. A taxa de reutilização / reciclagem / recuperação (RRR), que se referem à porcentagem da massa de um produto efetivamente reutilizado / reciclado / recuperado, ou a taxa de reutilizabilidade / reciclabilidade / recuperabilidade (RRR *), que se refere à porcentagem da massa de um produto que deverá ser reutilizado / reciclado / recuperado ao final do seu ciclo de vida.

A água, usada no sistema de refrigeração das injetoras, deve ser gerenciada para que se saiba seu custo e o seu volume de reposição e de desperdício. A gestão administrativa deverá designar a quem cabe a responsabilidade de gestão da água, para que fique a cargo dessa responsabilidade, as ações referentes a cada princípio da P+L que faz referência ao elemento água, como aumento da eficiência, preservação do recurso, reciclagem e descarga de efluentes.

A gestão empresarial deve buscar parceria e motivar as secretarias do governo a oferecerem incentivos financeiros que deem suporte as atividades recicladoras.

Quadro 33 – Diretrizes para o princípio “reciclar resíduos”

Reinserir no processo o máximo possível de resíduos gerados
Garantir meios e recursos necessários para reciclar resíduos
Desenvolver medidas de monitoramento e gestão da dos resíduos reciclados
Usar essas medidas como um dos indicadores de desempenho do operador, do processo e do material
Desenvolver mecanismos para gerir o volume da água de refrigeração
Designar responsabilidades para gestão da água
Buscar incentivos do governo para investimentos em técnicas de reciclagem

Fonte: Elaborado pelo autor

5.12 DIRETRIZES PARA O PRINCÍPIO “REDUZIR DESCARGA E DESCARTE DE RESÍDUOS”

As águas residuais são definidas como água utilizada pelas famílias, indústrias e estabelecimentos comerciais, que se tornaram impróprias ao consumo dos seres vivos, por conterem contaminantes. São compostas de água de pias domésticas, máquinas de lavar roupa e utensílios de cozinha, bem como água lavada de sanitários, portanto podem conter uma combinação de nutrientes e produtos químicos. Quando provenientes de empresas do setor industrial, as águas residuais podem incluir, dependendo da indústria específica, uma série de nutrientes químicos, prejudiciais ao meio ambiente e a saúde.

Na produção de calçados plásticos injetados, os efluentes são provenientes das águas de uso humano, consumidas em pias, lavabos, chuveiros e sanitários. O cuidado com sua descarga, torna-se um fator importante na garantia da qualidade das águas naturais para a saúde humana.

A redução da descarga do volume de águas é diretamente proporcional ao consumo. Cabe ao setor ou pessoa responsável pela gestão da água, tomar as providências que contribuam com a redução da descarga das águas residuais, seguindo as recomendações traçadas nas diretrizes do princípio “reduzir custo, consumo e desperdício”.

Reduzido o consumo a descarga, esta deve ser tratada antes da sua liberação no solo. Recomenda-se que a empresa desenvolva estudos e pesquisa, que preferencialmente devem ficar a cargo das parcerias com instituições de pesquisa, para identificar qual o melhor método, na realidade de custos disponíveis para a empresa, de tratamento de esgotos, que possa retirar os ingredientes infectantes e contaminantes do solo.

Filtragens, decantação, desinfecção e cloração são possibilidades populares para evitar a poluição das águas naturais e potáveis. A empresa deve adotar o método, considerado mais adequado para sua realidade econômica, considerando sua responsabilidade social e ambiental para com a sustentabilidade.

No mínimo, é preciso garantir que as águas dos sanitários não sejam lançadas diretamente no solo, mas que primeiro passem por fossas sépticas, que tenham três depósitos enterrados no subterrâneo e fechados em relação ao solo, mas interligados entre si em alturas diferentes, onde no primeiro ocorre a decantação dos materiais fecais, no segundo a água com sólidos mais leves e flutuantes são decantados com ajuda química e no terceiro, recheado de areia filtrante, a água é filtrada e finalmente descarregada no solo.

A gestão ambiental e o setor ou indivíduo, designado para gerenciar as águas, devem garantir que a borra e a areia filtrante das fossas sépticas, sejam corretamente decompostas e descartadas.

Quadro 34 – Diretrizes para o princípio “reduzir descarga e descarte de resíduos”

Verificar a execução das providencias em relação a redução do consumo da água.
Pesquisar métodos de tratamento de esgotos que sejam economicamente viáveis para a realidade da empresa.
Garantir a utilização de fossa séptica
Providenciar o correto descarte da borra e da areia filtrante da fossa séptica

Fonte: Elaborado pelo autor

5.13 DIRETRIZES PARA O PRINCÍPIO “MELHORAR A GESTÃO DA PRODUÇÃO E A GESTÃO AMBIENTAL”

A melhoria da gestão ambiental, depende de indicadores verde para assegurar o desenvolvimento econômico e sustentável. Portanto, para que as diversas gestões avaliem o progresso da empresa, em direção a sustentabilidade, é necessário que se providencie as condições necessárias, para que um monitoramento adequado dos impactos ambientais e sociais, seja regularmente feito e que os resultados desse monitoramento sejam divulgados na sociedade, para ajudá-la a concentrar sua atenção para melhorar ainda mais, os estilos de vida em direção a sustentabilidade.

Nas empresas participantes dos casos, não foi encontrado a presença de uma gestão especificamente ambiental. Em decorrência disso, recomenda-se que em primeiro lugar, sejam definidos e implementados os elementos necessários para desenvolver uma gestão com responsabilidades exclusivamente ambientais.

A gestão da produção, além de suas atribuições normais, relativas ao desenvolvimento dos processos produtivos, deve providenciar meios de integração com a gestão ambiental.

Uma estratégia de integração, consiste na definição em conjunto, de indicadores de produção e de sustentabilidade e gestão ambiental. Esses indicadores devem permitir o monitoramento das atividades de modo a garantir o cumprimento das normas ambientais e de sustentabilidade.

A empresa, deve verificar quais princípios de P+L requerem indicadores de gestão, assim como quais diretrizes sugerem a criação de indicadores e quais atividades carecem de indicadores, que permitam uma gestão de máxima eficiência. Identificado a necessidade, os indicadores devem ser definidos, criados e implementados, devendo contemplar o fazer referências à processos, materiais, energia, água, e outros elementos que requeiram controle.

A empresa deve providenciar uma ferramenta adequada para registrar, e acompanhar os valores dos indicadores. Para alcançar esse objetivo, a empresa deve verificar a possibilidade de desenvolver um sistema de informações, customizado para as necessidades de acompanhamento desses indicadores, definidos pela empresa.

Cada gestão específica, como produção, resíduos, água, ambiental, etc., deve receber relatórios referentes a evolução, ao longo do tempo, dos respectivos indicadores de cada área de gestão. O alinhamento entre as áreas de gestões de produção e ambiental, deve garantir a conciliação entre o desenvolvimento da produção e a proteção e preservação do meio ambiente e da saúde dos seres humanos.

A maioria dos modelos e ferramentas de tomada de decisão, ainda estão ligados aos aspectos econômicos ou orientados para o processo de produção e se concentram em priorizar a gestão de resíduos sólidos, a recuperação e eliminação de energia.

Propõe-se que a empresa, desenvolva aprendizado para o desenvolvimento e utilização de índices, baseados nos princípios da P+L, como o *Cleaner Treatment* ou Índice de Tratamento de Limpeza (CTI), Pegada Ecológica ou Índice de Sustentabilidade Ambiental, para assegurar um bem-estar social e melhorar o desempenho ambiental.

Quadro 35 – Diretrizes para o princípio “melhorar a gestão da produção e a gestão ambiental”

Definir e implementar atribuições de gestão ambiental.
Desenvolver elementos de integração entre as diversas gerências.
Definir indicadores de produção e ambientais que contemplem os princípios de P+L
Usar uma ferramenta para controle dos indicadores.
Verificar a possibilidade de desenvolver um <i>software</i> customizado para uso dos indicadores
Elaborar relatórios específicos de acompanhamento dos indicadores para cada gestão

Fonte: Elaborado pelo autor

5.14 – DIRETRIZES PARA O PRINCÍPIO “CONSIDERAR A INFLUÊNCIA DO GOVERNO E SOCIEDADE”

O papel da empresa é promover a sua estabilidade econômica individual, enquanto atua de acordo com as políticas e normas de comportamento impostas pelo governo e pela sociedade. Por sua vez, o papel do governo é visto como daquele que deve promover a proteção ambiental, para criar uma sociedade sustentável, na ótica do conceito econômico, social e ambiental. As ações do governo, são determinadas principalmente pela política governamental de sanção econômica, para coibir comportamentos contrários a sustentabilidade e ao mesmo tempo conceder subsídio, em termos de redução de impostos, para estimular ações favoráveis a sustentabilidade.

Assim, a empresa deve considerar que "ser verde" ou ambientalmente amigável, seja seu principal foco e não o resultado das imposições dos órgãos de proteção do governo. Embora as micro, pequenas e médias empresas (MPMEs) esperem do governo o apoio institucional por causa do elevado preço das tecnologias atualizadas, é necessário compreender que o governo atua mais como agente regulador, normativo e fiscalizador que motivador e incentivador.

A real compreensão dos objetivos que envolvem as normas e políticas do governo precisa ser atingida pela empresa para que antecipe suas ações, mesmo operando motivada pelo lucro, para alcançar o mesmo propósito do governo, conciliando seu resultado econômico com o

ambiental, sem negligenciar sua responsabilidade moral e ética, de ofertar produtos verdes e socialmente responsáveis.

A empresa deve buscar conhecimento sobre as exigências legais, que envolvem o exercício de suas atividades, para evitar que uma norma possa surpreender a empresa e suspender alguma de suas atividades ou vir a sofrer penalidade por multas ou sanções sociais.

A empresa deve adotar um canal de comunicação eficiente para alcançar o público em seu entorno e aqueles que influenciam ou sofrem influência das atividades da empresa. As ações verdes, ou seja, aquelas voltadas para a proteção e preservação do ambiente e salvaguarda do bem-estar da sociedade, devem ser divulgadas para a melhoria da imagem ambiental da empresa.

Quadro 36 – Diretrizes para o princípio “considerar a influência do governo e sociedade”

Compreender os objetivos e a forma de atuação do governo.
Desenvolver ações proativas para conciliar interesse econômico com ambiental
Monitorar as exigências legais para evitar multas, suspensões de atividades ou sanções sociais.
Desenvolver meios de comunicação de suas ações ambientais com a sociedade.

Fonte: Elaborado pelo autor

Assim, como os princípios foram agrupados nos grupos, insumos de produção, processos, impactantes e gestão, as diretrizes podem ser igualmente agrupadas para facilitar a implementação por módulos.

Os módulos que permitem a empresa implementá-los em etapas de acordo com sua disponibilidade, são interligados por troca de informação, mas podem funcionar isoladamente por não serem hierarquizados.

Os módulos geram informações ente si mesmos e trocam informações nos fluxos identificados pelas setas numeradas.

No Fluxo – 1, as decisões gerenciais sobre tecnologia interferem na matéria-prima, que implica em selecionar fornecedores que dependem de condições de negociações que atendam a gestão. O módulo Gestão define indicadores para Materiais e fornecedores, que são passados para monitoramento pelo módulo Processos.

No Fluxo – 2, as decisões da empresa sobre o design do produto, a tecnologia definida para produzi-lo e as limitações da legais influenciam no impacto ambiental que o produto causa no ambiente, tanto na produção como no seu uso.

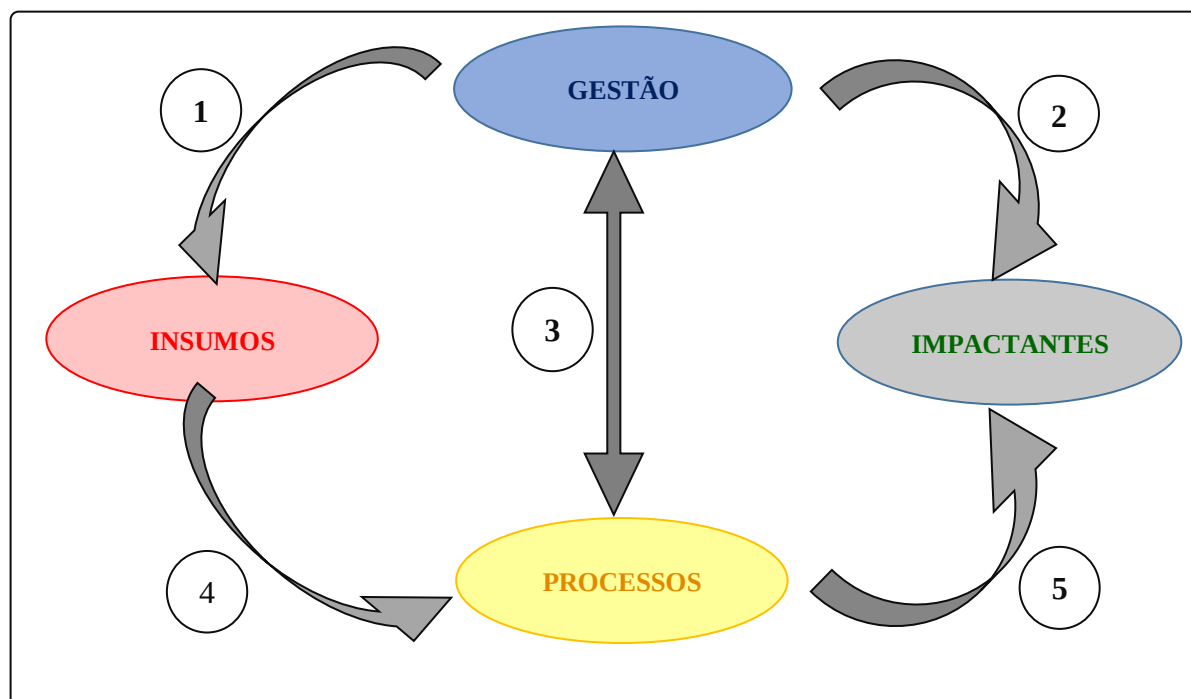
No Fluxo – 3, as decisões sobre operações influem diretamente nos processos na forma como serão executados, com qual tecnologia e quais as restrições ou incentivos governamentais os mesmos estão sujeitos.

No Fluxo – 4, os processos geram naturalmente produtos e resíduos que serão mais ou menos poluentes a depender do material e energia usados e da consciência ambiental das pessoas envolvidas diretamente no processo e das pressões sociais referente aos impactos dos resíduos, que devem ser evitados, minimizados ou reciclados, e das emissões e efluentes que também devem ser evitados ou mitigados.

No Fluxo – 5, a forma pela qual os processos são executados para transformar as entradas em saídas desejadas, pelo uso de máquinas, equipamentos e tecnologia. Estes juntamente com a qualificação dos gestores e operários, a especificação dos materiais, o uso de água e energia influenciam os impactantes do ambiente.

A Figura 34 apresenta um esquema da macroestrutura dos agrupamentos das diretrizes propostas por esta tese, que são: Gestão, Processos, Insumos, Impactantes.

Figura 34 – Esquema das Diretrizes em relação ao sistema produtivo



Fonte: Produção do próprio autor

6 CONCLUSÃO

O objetivo dessa tese foi encontrar resposta para a questão de pesquisa “como a P+L pode ser implementada e gerida em micros, pequenas e médias empresas industriais de calçados plásticos? ” Acredita-se que a resposta foi encontrada, por meio do conjunto de diretrizes desenvolvidas para implantação e gestão da P+L em indústrias de calçados plásticos. Tais diretrizes, foram desenvolvidas a partir da estratégia do método de pesquisa de estudo de casos múltiplos. Optou-se por essa estratégia, em razão do desejo de teorizar, sobre a realidade comportamental do objeto de estudo superar o de analisar dados amostrais.

O método definido e planejado para essa tese, compreendeu uma pesquisa aplicada, de abordagem qualitativa, que adotou como procedimento, o estudo de casos do tipo múltiplos, para alcançar seu objetivo exploratório.

Duas importantes fontes de dados fundamentaram a pesquisa. A primeira foi composta de um referencial teórico, selecionado a partir de publicações internacionais, que receberam o maior número de citações.

O referencial teórico sobre P+L, gestão ambiental empresarial e desenvolvimento sustentável foi obtido a partir da revisão sistemática da literatura, que contou com mais de 90% de referências internacionais, considerando os artigos e autores mais citados e conseqüentemente, mais apropriados para permitir uma análise sobre o assunto pesquisado e permitindo que pesquisas futuras possam fazer uso desse mesmo esforço de compilação dos dados. Esse referencial teórico, forneceu satisfatória compreensão sobre os temas e foi fundamental para a construção do protocolo de pesquisa, que permitiu a coleta de dados do cotidiano das empresas, durante o estudo de casos múltiplos.

A segunda fonte de dados, foi obtida de um estudo de casos múltiplos, que foi adequado e satisfatório por ter permitido entender um fenômeno do mundo real, cuja compreensão envolveu o contexto dos casos estudados.

A coleta dos dados foi feita pelo pesquisador, por meio de entrevistas semiestruturadas, guiadas pelo um protocolo de pesquisa, que foi elaborado com base nos princípios identificados no referencial teórico, levantado sobre P+L. O protocolo de pesquisa permitiu flexibilidade ao pesquisador para se aprofundar, onde considerou necessário para a aquisição do conhecimento associado a realidade relativa aos princípios da P+L, suas práticas e dificuldades.

A coleta dos dados foi eficaz, triangulada pela entrevista, análise de documentos e visita ao chão de fábrica. Os casos, permitiram o pesquisador confrontar a teoria com a realidade do extrato empresarial selecionado, vivenciar suas práticas, e a presença ou não, dos princípios de

P+L e outras nuances associados a eles, no contexto dos casos estudados e teorizar sobre seus requisitos de implementação. Os dados qualitativos, coletados com base no referencial teórico, permitiram a compreensão da realidade empresarial das empresas em foco, para que a partir dessa literatura científica, essa compreensão permitisse uma definição de diretrizes mais realistas. Salienta-se, que as diretrizes foram elaboradas a partir da literatura científica, criteriosamente selecionada e de modo algum se limitaram a realidade dos casos estudados.

Conclui-se, pelas razões expostas, que o método de pesquisa foi apropriado, uma vez que possibilitou a verificação da teoria, na realidade das empresas produtoras de calçados plásticos injetados, para alcançar o objetivo de traçar diretrizes para implementação dos princípios de P+L.

A contribuição científica dessa tese está na articulação da teoria com a prática, permitindo a evolução do conhecimento, e na originalidade de sua aplicação, para o extrato de empresas produtoras de calçados plásticos injetados.

Outra contribuição, está na submissão do artigo “*Opportunities and challenges for Cleaner Production implementation in a plastic footwear industry*”, que submetido encontra-se em apreciação pelos seus revisores.

Outras duas contribuições são esperadas a partir dessa tese, uma, a produção de outros artigos científicos, relacionados à revisão sistemática da bibliografia, à princípios relacionados com a P+L, e à estudos de caso em pesquisas qualitativas. Outra, a realização de um Workshop com empresários do setor de produção de calçados plásticos. Um convite para apresentação dessas diretrizes, na sede da FIECE em Fortaleza, foi sinalizado da parte do especialista, que participou da validação das mesmas.

A aplicação das diretrizes dessa tese, permite que empresas produtoras de calçados plásticos possam implementar e gerenciar os princípios da P+L, adquirindo maior controle sobre as ações, voltadas para eliminar ou reduzir a poluição. Com isso, as empresas podem melhorar seu desempenho ambiental e sua imagem social. Também podem adquirir uma posição mais competitiva no mercado, a partir da redução de custos operacionais, redução do desperdício de matéria-prima, água e energia, redução de resíduos na fonte e de riscos relacionados as atividades.

Apesar dos casos terem focado micros, pequenas e médias empresas industriais de calçados plásticos injetados, espera-se que as diretrizes também tenham aplicabilidade geral, em qualquer empresa, que deseje implementar e gerenciar a P+L em seu sistema produtivo.

O desenvolvimento dessa tese enfrentou algumas dificuldades, a primeira delas em relação a composição do referencial teórico, no qual na grande maioria dos trabalhos

publicados, os princípios foram mencionados, mas não foram esclarecidos com relação ao seu comportamento, suas implicações, aplicabilidade prática ou ainda como proceder para implementá-lo.

Uma segunda dificuldade envolveu a região onde se desenvolveu o estudo de caso. As empresas dessa região parecem apresentar, em termos gerais, uma conscientização superficial em relação aos conceitos de sustentabilidade e de P+L. Embora não seja possível fazer generalizações, nos casos estudados, percebe-se que a baixa conscientização se evidencia com a redução do porte da empresa.

Uma terceira dificuldade foi não ter sido possível, por falta de tempo hábil, acompanhar e verificar a adoção dessas diretrizes, por alguma empresa, até que a P+L fosse implementada e gerenciada. A falta dessa implementação não permitiu, ainda que haja a expectativa para isso, generalizar as diretrizes para qualquer segmento ou porte de empresas.

Espera-se com o término dessa tese, que haja uma articulação da teoria com a realidade empresarial das empresas e a Universidade possa se apresentar ou ser buscada como parceira de pesquisa e inovação tecnológica em diversas áreas de interesse das empresas para promover a P+L.

Recomenda-se para trabalhos futuros, que um método possa ser desenvolvido, a partir de iniciativas de implementação dessas diretrizes, que possam ser acompanhadas em sua totalidade, para apontar uma sequência lógica, que atribua maior facilidade e sucesso na implementação dessas diretrizes. Um script passo a passo, que esclareça e defina a melhor ação requerida por algumas das diretrizes, pode ser um elemento do método a ser desenvolvido.

REFERÊNCIAS

- AGERON, B.; GUNASEKARAN, A.; SPALANZANI, A. Sustainable supply management: An empirical study. **International Journal of Production Economics**, v. 140, n. 1, p. 168–182, 2012.
- ALKAYA, E.; DEMIRER, G. N. Greening of production in metal processing industry through process modifications and improved management practices. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 77, p. 89–96, 2013.
- ALMEIDA, A. N. DE; SOARES, D. D. F.; RICARDO, P.; SOARES, C. IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE GESTÃO AMBIENTAL - SGA CONFORME A ISO 14.001 NO SISTEMA BANCÁRIO. , , n. 2000, p. 1–9, 2014.
- ALMEIDA, C. M. V. B.; AGOSTINHO, F.; GIANNETTI, B. F.; HUISINGH, D. Integrating cleaner production into sustainability strategies: an introduction to this special volume. **Journal of Cleaner Production**, v. 96, p. 1–9, 2014.
- ALMEIDA, C. M. V. B.; BONILLA, S. H.; GIANNETTI, B. F.; HUISINGH, D. Cleaner Production initiatives and challenges for a sustainable world: An introduction to this special volume. **Journal of Cleaner Production**, v. 47, p. 1–10, 2013.
- ANU BASK, MERJA HALME, M. K. AND M. K. Article information : **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. Vol. 43 No, p. 380–406, 2013.
- BABAIZADEH, H.; HAGHIGHI, N.; ASADI, S.; BROUN, R.; RILEY, D. Life Cycle Assessment of Exterior Window Shadings in Residential Buildings in Different Climate Zones. **Building and Environment**, v. 90, p. 168–177, 2015.
- BARTH, M.; ADOMSEN, M.; FISCHER, D.; RICHTER, S.; RIECKMANN, M. Learning to change universities from within: A service-learning perspective on promoting sustainable consumption in higher education. **Journal of Cleaner Production**, v. 62, p. 72–81, 2014.
- BERKEL, R. VAN. Evaluation of the global implementation of the UNIDO-UNEP National Cleaner Production Centres (NCPC) Programme. **Clean Technologies and Environmental Policy**, v. 13, n. 1, p. 161–175, 2011.
- BORAINÉ, A.; WYK, J. VAN. Various Aspects to Consider with Regard to Special Insolvency Rules for Small and Medium-Sized Enterprises in South Africa. **INSOL International and John Wiley & Sons, Ltd Int. Insolv. Rev.**, Vol. 24: 228–246 (2015), v. 24, n. October 2015, p. 228–246, 2015.
- BRANDENBURG, M.; GOVINDAN, K.; SARKIS, J.; SEURING, S. Quantitative models for sustainable supply chain management: Developments and directions. **European Journal of Operational Research**, v. 233, n. 2, p. 299–312, 2014.
- BRASIL. RESOLUÇÃO CONAMA nº 1, de 23 de janeiro de 1986. Publicada no DOU, de 17 de fevereiro de 1986, Seção 1, páginas 2548-2549 Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=23>>. Acesso em 20 mar 2017.
- BRASIL. Estatuto Nacional da Microempresa e da Empresa de Pequeno Porte (2006). Simples

nacional : Estatuto Nacional da Microempresa e da Empresa de Pequeno Porte [recurso eletrônico] – 3. ed. – Brasília : Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2012. The World Footwear 2014 Yearbook Disponível em < <https://www.worldfootwear.com/world-footwear-yearbook.html> >. Acesso em 05 set. 2015.

CABELLO ERAS, J. J.; SAGASTUME GUTIÉRREZ, A.; GARCÍA LORENZO, D.; et al. Bridging universities and industry through cleaner production activities. Experiences from the Cleaner Production Center at the University of Cienfuegos, Cuba. **Journal of Cleaner Production**, 2014.

CABEZA, L. F.; RINCÓN, L.; VILARIÑO, V.; PÉREZ, G.; CASTELL, A. Life cycle assessment (LCA) and life cycle energy analysis (LCEA) of buildings and the building sector: A review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 29, p. 394–416, 2014.

CAMPOS, L. M. S.; APARECIDA, D.; HEIZEN, D. M.; et al. Environmental performance indicators : a study on ISO 14001 certified companies. **Journal of Cleaner Production**, v. 99, p. 286–296, 2015.

CARDOSO, A. F. S. P.; TORKKELI, M. Innovation in footwear companies – does it pay off? **Journal of Engineering, Design and Technology**, v. 12, n. 1, p. 128–154, 2014.

CARVALHO, G. DE; FRANCISCO, J.; LENGLER, B. Integration of sustainable development in the strategy implementation process : proposal of a model. , 2013.

CASTILLO-VERGARA, M.; ALVAREZ-MARIN, A.; CARVAJAL-CORTES, S.; SALINAS-FLORES, S. Implementation of a Cleaner Production Agreement and impact analysis in the grape brandy (pisco) industry in Chile. **Journal of Cleaner Production**, v. 96, p. 110–117, 2013.

CHEAH, L.; CICERI, N. D.; OLIVETTI, E.; et al. Manufacturing-focused emissions reductions in footwear production. **Journal of Cleaner Production**, v. 44, p. 18–29, 2013.

CHENG, Z. Research on Risks of Small and Medium-Sized Enterprises Online Confirming Storage Based on Evolutionary Game Theory and. , v. 21, n. 2, p. 225–233, 2016.

CHRISTEN, M.; SCHMIDT, S. A Formal Framework for Conceptions of Sustainability - a Theoretical Contribution to the Discourse in Sustainable Development. **Sustainable Development**, v. 20, n. 6, p. 400–410, 2012.

CHRISTOFI, A.; CHRISTOFI, P.; SISAYE, S. Corporate sustainability: historical development and reporting practices. **Management Research Review**, v. 35, n. 2, p. 157–172, 2012.

COELHO, H. M. G.; LANGE, L. C.; COELHO, L. M. G. Proposal of an environmental performance index to assess solid waste treatment technologies. **Waste Management**, v. 32, n. 7, p. 1473–1481, 2012.

COSTA-CAMPI, M. T.; DUCH-BROWN, N.; GARCÍA-QUEVEDO, J. R&D Drivers and Obstacles to innovation in the Energy Industry. **Energy Economics**, v. 46, p. 20–30, 2013.

DADDI, T.; FREY, M.; GIACOMO, M. R. DE; TESTA, F.; IRALDO, F. Macro-economic and development indexes and ISO14001 certificates: a cross national analysis. **Journal of**

Cleaner Production, 2015.

DAN, Z.; YU, X.; YIN, J.; et al. An analysis of the original driving forces behind the promotion of compulsory cleaner production assessment in key enterprises of China. **Journal of Cleaner Production**, v. 46, p. 8–14, 2013.

DING, S.; JIA, C.; WU, Z.; YUAN, W. Environmental Management Under Subnational Institutional Constraints. **Journal of Business Ethics**, v. 134, n. 4, p. 631–648, 2016.

DONG, X.; LI, C.; LI, J.; et al. Application of a system dynamics approach for assessment of the impact of regulations on cleaner production in the electroplating industry in China. **Journal of Cleaner Production**, v. 20, n. 1, p. 72–81, 2012.

DONG, Y. H.; NG, S. T. A life cycle assessment model for evaluating the environmental impacts of building construction in Hong Kong. **Building and Environment**, v. 89, p. 183–191, 2015.

DUIĆ, N.; URBANIEC, K.; HUISINGH, D. Components and structures of the pillars of sustainability. **Journal of Cleaner Production**, v. 88, p. 1–12, 2015.

EISENHARDT, K. M. Building Theories from Case Study Research. **Academy of Management Review**, v. 14, n. 4, p. 532–550, 1989.

ESTEVEZ, F. M.; SANTOS, J. R.; ANUNCIAÇÃO, P. F. Sustainability in the Information Society: A Proposal of Information Systems Requirements in View of the DPOBE Model for Organizational Sustainability. **Procedia Technology**, v. 5, p. 599–606, 2012.

EWIJK, S. VAN; STEGEMANN, J. A. Limitations of the waste hierarchy for achieving absolute reductions in material throughput. **Journal of Cleaner Production**, p. 1–7, 2014.

FERENHOF, H. A.; VIGNOCHI, L.; SELIG, P. M.; LEZANA, Á. G. R.; CAMPOS, L. M. S. Environmental management systems in small and medium-sized enterprises: An analysis and systematic review. **Journal of Cleaner Production**, v. 74, p. 44–53, 2014.

FORE, S.; MBOHWA, C. Greening manufacturing practices in a continuous process industry. **Journal of Engineering, Design and Technology**, v. 13, n. 1, p. 94–122, 2015.

FU, H.-Z.; WANG, M.-H.; HO, Y.-S. Mapping of drinking water research: a bibliometric analysis of research output during 1992–2011. **The Science of the total environment**, v. 443, p. 757–65, 2013.

FUJII, H.; MANAGI, S. Trends in corporate environmental management studies and databases. **Environmental Economics and Policy Studies**, v. 18, n. SEPTEMBER, p. 265–272, 2015.

GAZI, A.; SKEVIS, G.; FOUNTI, M. A. Energy efficiency and environmental assessment of a typical marble quarry and processing plant. **Journal of Cleaner Production**, v. 32, p. 10–21, 2012.

GIMENEZ, C.; SIERRA, V.; RODON, J. Sustainable operations: Their impact on the triple bottom line. **International Journal of Production Economics**, v. 140, n. 1, p. 149–159, 2012.

- GOVINDAN, K.; AZEVEDO, S. G.; CARVALHO, H.; CRUZ-MACHADO, V. Impact of supply chain management practices on sustainability. **Journal of Cleaner Production**, v. 85, p. 212–225, 2014.
- GRANLY, B. M.; WELO, T. EMS and sustainability: Experiences with ISO 14001 and Eco-Lighthouse in Norwegian metal processing SMEs. **Journal of Cleaner Production**, v. 64, p. 194–204, 2014.
- GREGSON, N.; CRANG, M.; LAWS, J.; FLEETWOOD, T.; HOLMES, H. Moving up the waste hierarchy: Car boot sales, reuse exchange and the challenges of consumer culture to waste prevention. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 77, p. 97–107, 2013.
- GUAN, T.; GRUNOW, D.; YU, J. Improving China's Environmental Performance through Adaptive Implementation—A Comparative Case Study of Cleaner Production in Hangzhou and Guiyang. **Sustainability**, v. 6, n. 12, p. 8889–8908, 2014.
- GURUNG, T. R.; STEWART, R. A.; BEAL, C. D.; SHARMA, A. K. Smart meter enabled water end-use demand data: platform for the enhanced infrastructure planning of contemporary urban water supply networks. **Journal of Cleaner Production**, v. 87, p. 642–654, 2015.
- HÁK, T.; JANOUŠKOVÁ, S.; MOLDAN, B. Sustainable Development Goals: A need for relevant indicators. **Ecological Indicators**, v. 60, p. 565–573, 2016.
- HENRIQUES, J.; CATARINO, J. Sustainable Value and Cleaner Production - research and application in 19 Portuguese SME. **Journal of Cleaner Production**, v. 96, p. 379–386, 2014.
- HØGEVOLD, N. M.; SVENSSON, G. A business sustainability model: a European case study. **Journal of Business & Industrial Marketing**, v. 27, n. 2, p. 142–151, 2012.
- HOOFF, B. VAN; LYON, T. P. Cleaner production in small firms taking part in Mexico's Sustainable Supplier Program. **Journal of Cleaner Production**, v. 41, p. 270–282, 2013.
- HOOFF, B. VAN; THIELL, M. Collaboration capacity for sustainable supply chain management: Small and medium-sized enterprises in Mexico. **Journal of Cleaner Production**, v. 67, p. 239–248, 2014.
- HOOFF, B. VAN; THIELL, M. Anchor company contribution to cleaner production dissemination: experience from a Mexican sustainable supply programme. **Journal of Cleaner Production**, v. 86, p. 245–255, 2015.
- HOVLID, E.; BUKVE, O. A qualitative study of contextual factors' impact on measures to reduce surgery cancellations. **BMC Health Services Research**, v. 14, n. 1, p. 215, 2014.
- HULT, G. T. M. A focus on international competitiveness. , p. 195–201, 2012.
- HULTMAN, J.; CORVELLEC, H. The European Waste Hierarchy : from the sociomateriality of waste to a politics of consumption. , v. 44, p. 2413–2427, 2012.
- HUYSMAN, S.; SALA, S.; MANCINI, L.; et al. Toward a systematized framework for resource efficiency indicators. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 95, p. 68–76, 2015.

HYETT, N.; KENNY, A.; DICKSON-SWIFT, V. Methodology or method? A critical review of qualitative case study reports. **International journal of qualitative studies on health and well-being**, v. 9, p. 23606, 2014.

IEMI, Instituto de Estudos e Marketing Industrial, 2015. Disponível em: <<http://www.iemi.com.br/press-release-iemi-lanca-relatorio-setorial-da-industria-de-calcados-no-brasil/>>. Acesso em 10 Jun. 2015.

ION, I.; GHEORGHE, F. F. The Innovator Role of Technologies in Waste Management towards the Sustainable Development. **Procedia Economics and Finance**, v. 8, n. 14, p. 420–428, 2014.

JAYARAM, J.; AVITTATHUR, B. Green supply chains: A perspective from an emerging economy. **International Journal of Production Economics**, v. 164, p. 234–244, 2014.

KAMANDE, M. W.; LOKINA, R. B. Clean Production and Profitability: An Eco-efficiency Analysis of Kenyan Manufacturing Firms. **The Journal of Environment & Development**, v. 22, n. 2, p. 169–185, 2013.

KAYIS, B.; KARNINGSIH, P. D. Journal of Manufacturing Technology Management. , 2012.

KHALILI, N. R.; DUECKER, S.; ASHTON, W.; CHAVEZ, F. From cleaner production to sustainable development: The role of academia. **Journal of Cleaner Production**, v. 96, p. 30–43, 2015.

KHALILI, N. R.; DUECKER, S.; ASHTON, W.; CHAVEZ, F. From cleaner production to sustainable development: the role of academia. **JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION**, v. 96, n. SI, p. 30–43, 2015.

KHAN, K. S.; KUNZ, R.; KLEIJNEN, J.; ANTES, G. Five steps to conducting a systematic review. **Journal of the Royal Society of Medicine**, v. 96, n. 3, p. 118–121, 2003.

KIDALOVA, L.; STEVULOVA, N.; TERPAKOVA, E.; SICAKOVA, A. Utilization of alternative materials in lightweight composites. **Journal of Cleaner Production**, v. 34, p. 116–119, 2012.

KIM, J.; HEMMERT, M. What drives the export performance of small and medium-sized subcontracting firms ? A study of Korean manufacturers. **International Business Review**, v. 25, n. 2, p. 511–521, 2016.

KLEMEŠ, J. J.; VARBANOV, P. S.; HUISINGH, D. Recent cleaner production advances in process monitoring and optimisation. **Journal of Cleaner Production**, v. 34, p. 1–8, 2012.

KNAUF, M. Forest Policy and Economics Waste hierarchy revisited — an evaluation of waste wood recycling in the context of EU energy policy and the European market. **Forest Policy and Economics**, v. 54, p. 58–60, 2015.

KUBOTA, F. I. F. I.; ROSA, L. C. DA. Identification and conception of cleaner production opportunities with the Theory of Inventive Problem Solving. **JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION**, v. 47, p. 199–210, 2013.

KURDVE, M.; SHAHBAZI, S.; WENDIN, M.; BENGTSSON, C.; WIKTORSSON, M. Waste flow mapping to improve sustainability of waste management: a case study approach. **Journal of Cleaner Production**, 2014.

LAFOREST, V.; RAYMOND, G.; PIATYSZEK, É. Choosing cleaner and safer production practices through a multi-criteria approach. **Journal of Cleaner Production**, v. 47, p. 490–503, 2013.

LANE, R.; WATSON, M. Geoforum Stewardship of things : The radical potential of product stewardship for re-framing responsibilities and relationships to products and materials. **Geoforum**, v. 43, n. 6, p. 1254–1265, 2012.

LOPES SILVA, D. A.; DELAI, I.; CASTRO, M. A. S. DE; OMETTO, A. R. Quality tools applied to Cleaner Production programs: A first approach toward a new methodology. **Journal of Cleaner Production**, v. 47, p. 174–187, 2013.

LOZANO, R. Towards better embedding sustainability into companies' systems: An analysis of voluntary corporate initiatives. **Journal of Cleaner Production**, v. 25, p. 14–26, 2012.

LOZANO, R.; CEULEMANS, K.; SCARFF SEATTER, C. Teaching organisational change management for sustainability: designing and delivering a course at the University of Leeds to better prepare future sustainability change agents. **Journal of Cleaner Production**, p. 1–11, 2014.

MADUKU, D. K.; MPINGANJIRA, M.; DUH, H. International Journal of Information Management Understanding mobile marketing adoption intention by South African SMEs : A multi-perspective framework. **International Journal of Information Management**, v. 36, n. 5, p. 711–723, 2016.

MALIK, O. A.; HSU, A.; JOHNSON, L. A.; SHERBININ, A. DE. A global indicator of wastewater treatment to inform the Sustainable Development Goals (SDGs). **Environmental Science & Policy**, v. 48, p. 172–185, 2015.

MANSOUR, A. M. H.; ALI, S. A. Reusing waste plastic bottles as an alternative sustainable building material. **Energy for Sustainable Development**, v. 24, p. 79–85, 2015.

MARTÍNEZ-JURADO, P. J.; MOYANO-FUENTES, J. Lean Management, Supply Chain Management and Sustainability: A Literature Review. **Journal of Cleaner Production**, v. 85, p. 134–150, 2013.

MEDEIROS, J. F. DE; VIDOR, G. Driving Factors for the Success of the Green Innovation Market : A Relationship System Proposal. , 2015.

MERAD, M.; DECHY, N.; MARCEL, F. A pragmatic way of achieving Highly Sustainable Organisation: Governance and organisational learning in action in the public French sector. **Safety Science**, v. 69, p. 18–28, 2014.

MIGUEL, C.; AUGUSTO, P.; ANÁLISE, U. M. A.; et al. PRODUÇÃO MAIS LIMPA NA MANUFATURA NO AN ANALYSIS OF EMPIRICAL APPLICATIONS OF CLEANER PRODUCTION. , 2014.

NG, W. P. Q.; LAM, H. L.; NG, F. Y.; KAMAL, M.; LIM, J. H. E. Waste-to-wealth: green

potential from palm biomass in Malaysia. **Journal of Cleaner Production**, v. 34, n. September 2011, p. 57–65, 2012.

NGUYEN, N. H.; BEETON, R. J. S.; HALOG, A. A systems thinking approach for enhancing adaptive capacity in small- and medium-sized enterprises : causal mapping of factors influencing environmental adaptation in Vietnam ' s textile and garment industry. **Environment Systems and Decisions**, v. 35, n. 4, p. 490–503, 2015.

OLIVEIRA, A. C. DE; KAMINSKI, P. C. A reference model to determine the degree of maturity in the product development process of industrial SMEs. **Technovation**, v. 32, n. 12, p. 671–680, 2012.

ONLINE ETYMOLOGY DICTIONARY, 2015. Disponível em em:<<http://etymonline.com/>>. Acesso em 12 Jun. 2015

PINCETL, S. Nature, urban development and sustainability - What new elements are needed for a more comprehensive understanding? **Cities**, v. 29, n. SUPPL.2, p. S32–S37, 2012.

PRAJOGO, D.; TANG, A. K. Y.; LAI, K.-H. The diffusion of environmental management system and its effect on environmental management practices. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 34, n. 5, p. 565–585, 2014.

RESOLUÇÃO CONAMA nº 1, de 23 de janeiro de 1986, Publicada no DOU, de 17 de fevereiro de 1986, Seção 1, páginas 2548-2549

RIBEIRO MASSOTE, C. H.; MOURA SANTI, A. M. Implementation of a cleaner production program in a Brazilian wooden furniture factory. **JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION**, v. 46, p. 89–97, 2013.

RÍO GONZÁLEZ, P. DEL. Analysing the factors influencing clean technology adoption: A study of the Spanish pulp and paper industry. **Business Strategy and the Environment**, v. 14, p. 20–37, 2005.

ROMÁN NÚÑEZ, Y.; CUESTA MORENO, O. Communication and environmental conservation: advances and challenges in Latin America. , p. 15–39, 2016.

ROMEIRO FILHO, E. Brazilian design for sustainability: in search of a local approach. **Journal of Cleaner Production**, v. 107, n. 0, p. 1–8, 2014.

SARFATI, G. Estágios de desenvolvimento econômico e políticas públicas de empreendedorismo e de micro, pequenas e médias empresas (MPMEs) em perspectiva comparada: os casos do Brasil, do Canadá, do Chile, da Irlanda e da Itália. **Revista de Administração Pública-RAP**, v. 47, n. 1, p. 25–48, 2013.

SCOPUS. Scopus, 2015. Disponível em: <<https://www.elsevier.com/solutions/scopus/content>>. Acesso em 10 Jun. 2015.

SEBRAE Serviço de Apoio às Micros e Pequenas Empresas, 2015. Disponível em: <<http://www.sebrae-sc.com.br/leis/default.asp?vcdtexto=4154>>. Acesso mai. 2015.

SEVERO, E. A. A.; GUIMARÃES, J. C. F. DE; DORION, E. C. H.; et al. Cleaner production, environmental sustainability and organizational performance: an empirical study

in the Brazilian Metal-Mechanic industry. **Journal of Cleaner Production**, v. 96, n. SI, p. 118–125, 2015.

SILVESTRE, B. S.; SILVA NETO, R. E. Are cleaner production innovations the solution for small mining operations in poor regions? The case of Padua in Brazil. **Journal of Cleaner Production**, v. 84, p. 809–817, 2014.

STATISTA – The portal for statistics. Leading 10 footwear producers worldwide from 2013 to 2016, by country (in million pairs). Disponível em < <https://www.statista.com/statistics/227256/leading-10-global-footwear-producers-by-country/> > . Acesso em 05 out. 2017.

STEVENS, P. A.; BATTY, W. J.; LONGHURST, P. J.; DREW, G. H. A critical review of classification of organisations in relation to the voluntary implementation of environmental management systems. **Journal of Environmental Management**, v. 113, p. 206–212, 2012.

STONE, D. L.; DEADRICK, D. L.; LUKASZEWSKI, K. M.; JOHNSON, R. The Influence of Technology on the Future of Human Resource Management. **Human Resource Management Review**, v. 25, n. 2, p. 216–231, 2015.

STONE, L. When case studies are not enough: the influence of corporate culture and employee attitudes on the success of cleaner production initiatives. **Journal of Cleaner Production**, v. 8, n. 5, p. 353–359, 2000.

SUBRAMANIAN, N.; GUNASEKARAN, A. Cleaner supply-chain management practices for twenty-first-century organizational competitiveness: Practice-performance framework and research propositions. **International Journal of Production Economics**, v. 164, p. 216–233, 2014.

TRIGUERO, A.; MORENO-MONDÉJAR, L.; DAVIA, M. A. The influence of energy prices on adoption of clean technologies and recycling: Evidence from European SMEs. **Energy Economics**, v. 46, p. 246–257, 2014.

TSCHIGGERL, K.; WOLF, P. Innovative CP networks: The case of the ?? KOPROFIT?? network promoting innovative clean production solutions for 20 years. **Clean Technologies and Environmental Policy**, v. 14, n. 6, p. 1029–1035, 2012.

TSCHIGGERL, K.; WOLF, P. Innovative CP networks: The case of the Ö KOPROFIT® network promoting innovative clean production solutions for 20 years. **Clean Technologies and Environmental Policy**, v. 14, n. 6, p. 1029–1035, 2012.

TSENG, T. Y.; DAHM, P.; POOLMAN, R. W.; et al. Users ' Guide to the Urological Literature How to Use a Systematic Literature Review and Meta-Analysis. , v. 180, n. October, p. 1249–1256, 2008.

TU, J.-C.; HUANG, H.-S. Analysis on the Relationship between Green Accounting and Green Design for Enterprises. **Sustainability**, v. 7, n. 5, p. 6264–6277, 2015.

UNEP DTIE (United Nations Environmental Programme e Division of Technology, Industry and Environment), 1996. Cleaner Production e a Resource Training Package, first ed. United Nations Publication, Paris. Disponível em <<http://www.unep.fr/scp/publications/details.asp?id=WEB/0029/PA>> . Acesso em 05 set. 2015.

UNEP, United Nations Environment Programme, 2001. Annual Evaluation Report Evaluation and Oversight Unit Disponível em: < <https://wedocs.unep.org/rest/bitstreams/982/retrieve>>. Acesso em: 15 ago. 2015.

VELAZQUEZ, L.; MUNGUÍA, N.; ZAVALA, A.; et al. Cleaner production and pollution prevention at the electronic and electric Mexican maquiladora. **Management of Environmental Quality: An International Journal**, v. 25, n. 5, p. 600–614, 2014.

VERGRAGT, P.; AKENJI, L.; DEWICK, P. Sustainable production, consumption, and livelihoods: Global and regional research perspectives. **Journal of Cleaner Production**, v. 63, p. 1–12, 2014.

WANG, M.; YANG, T. Asia Pacific Management Review Investigating the success of knowledge management : An empirical study of small- and medium-sized enterprises. **Asia Pacific Management Review**, v. 21, n. 2, p. 79–91, 2016.

WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT. Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future (The Brundtland Report). **Medicine, Conflict and Survival**, v. 4, n. 1, p. 300, 1987.

WU, J. Landscape sustainability science: Ecosystem services and human well-being in changing landscapes. **Landscape Ecology**, v. 28, n. 6, p. 999–1023, 2013.

YAN, B.; LU, W.; CHENG, Y. China goes green: cleaner production of chemicals. **GREEN PROCESSING AND SYNTHESIS**, v. 1, n. 1, p. 33–47, 2012.

YILMAZ, O.; ANCTIL, A.; KARANFIL, T. LCA as a decision support tool for evaluation of best available techniques (BATs) for cleaner production of iron casting. **Journal of Cleaner Production**, v. 105, p. 337–347, 2015.

YIN, R. K. **Case Study Research: Design and Methods**. 5. ed. New York: Sage Publications, 2013. 312p.

YUSUP, M. Z.; WAN MAHMOOD, W. H.; SALLEH, M. R.; AB RAHMAN, M. N. The implementation of cleaner production practices from Malaysian manufacturers' perspectives. **Journal of Cleaner Production**, 2015.

ZAKI, M.; HASRULNIZZAM, W.; MAHMOOD, W.; RIZAL, M.; RAZALI, M. The Sustainability Challenges in the Adoption of Cleaner Production System : A Review. , v. 1, p. 117–123, 2014.

ZHANG, W.; WANG, W.; WANG, S. Environmental performance evaluation of implementing EMS (ISO 14001) in the coating industry: Case study of a Shanghai coating firm. **Journal of Cleaner Production**, v. 64, p. 205–217, 2014.

ZHAO, R.; NEIGHBOUR, G.; DEUTZ, P.; MCGUIRE, M. Materials selection for cleaner production: An environmental evaluation approach. **MATERIALS & DESIGN**, v. 37, p. 429–434, 2012.

ZHAO, R.; NEIGHBOUR, G.; MCGUIRE, M.; DEUTZ, P. A software based simulation for cleaner production: A game between manufacturers and government. **JOURNAL OF LOSS PREVENTION IN THE PROCESS INDUSTRIES**, v. 26, n. 1, p. 59–67, 2013.

ANEXO A - PROTOCOLO DE COLETA DE DADOS

1. DA PESQUISA

1.1 TÍTULO DA PESQUISA

DIRETRIZES PARA IMPLANTAÇÃO E GESTÃO DE PRINCÍPIOS DA PRODUÇÃO MAIS LIMPA EM MICRO, PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS DE CALÇADOS PLÁSTICOS.

1.2 PESQUISADOR

NOME: José Carvalho Filho E-MAIL: jose.carvalho@urca.br

TELEFONE:

(88) 9 8858 2252 e (88) 9 9637 3370

AGÊNCIA DE FOMENTO: CAPES

1.3 ORIENTADOR

NOME: Dr. Otávio José Oliveira E-MAIL: otaviodeoliveira@uol.com.br

1.4 ORGANIZAÇÃO RESPONSÁVEL PELO DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

INSTITUIÇÃO: Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - UNESP / Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá - FEG

ENDEREÇO: Av. Dr. Ariberto Pereira da Cunha, 333- Pedregulho- CEP: 12516410 - Guaratinguetá, SP

DEPARTAMENTO: Engenharia de Produção

TELEFONE SECRETARIA: (12) 31232855

TIPO DE PESQUISA: Doutorado

LINHA DE PESQUISA: Gestão e Otimização

OBJETIVO DA PESQUISA:

Propor diretrizes para implementação dos princípios de *Produção Mais Limpa* em empresas de calçados plásticos de micro, pequeno e médio porte.

CONTRIBUIÇÕES DA PESQUISA:

- Trazer progresso acadêmico ao estado da arte de *Produção Mais Limpa*.
- Proporcionar a empresa que adotar esse método os benefícios relativos a *Produção Mais Limpa* tais como: aumento de sua eficiência global; minimização dos riscos de suas atividades; redução da geração de resíduos na fonte; menores custos em relação à operação; melhoria dos processos da empresa; aumento da competitividade e melhor manutenção, saúde e desempenho ambiental.

2.1 DA EMPRESA

RAZÃO SOCIAL:

NOME FANTASIA

LOCALIZAÇÃO:

NÚMERO DE FUNCIONÁRIOS:

PRINCIPAIS CLIENTES:

PRINCIPAIS CONCORRENTES:

CLASSIFICAÇÃO QUANTO AO PORTE:

IDENTIFICAÇÃO NA PESQUISA: A[], B[], C[], D[], E[], F[]

2.2 DO ENTREVISTADO

2.2.1 PESSOAIS:

NOME:

TELEFONE:

EMAIL:

FORMAÇÃO:

2.2.2 PROFISSIONAIS:

EMPRESA NA PESQUISA: A[], B[], C[], D[], E[], F[]

CARGO:

DATA DE ADMISSÃO:

TEMPO DE EXPERIÊNCIA ANTERIOR NA ÁREA:

GRUPO QUE O ENTREVISTADO FAZ PARTE

PRESIDENCIA [], GESTÃO [], ESPECIALISTA DO SETOR []

2.2.3 DA ENTREVISTA

DATA:

HORÁRIO DO INÍCIO:

HORÁRIO DO RMINO:

LOCAL:

TIPO DE ENTREVISTA: PRESENCIAL

FORMA DE REGISTRO DOS DADOS: ANOTAÇÃO E GRAVAÇÃO DE ÁUDIO

A IDENTIDADE DEVE SER MANTIDA EM SIGILO ? SIM [] ou NÃO []

NÚMERO DAS QUESTÕES POR ELE RESPONDIDAS.

LEGENDA DOS INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

E-Entrevista, AD-Análise Documental, OD-Observação Direta

Princípios relacionados aos insumos de produção.

Princípio: Reduzir o custo e o consumo e desperdícios	E	AD	OD
Como tem sido monitorado os gastos com os insumos?	✓	✓	✓
Como o consumo do insumo pode ser reduzido? O que tem sido feito e o que se pode fazer?	✓		✓
Princípio: Aumentar a eficiência	E	AD	OD
Quais são os insumos materiais?	✓		✓
Quais as energias consumidas?	✓		✓
Qual a média de consumo do insumo?	✓	✓	
O que contribui para aumentar o consumo do insumo?	✓		✓
Como melhorar a eficiência no consumo do insumo?	✓		✓
Princípio: Preservar os recursos naturais	E	AD	OD
Qual a origem dos materiais consumidos (são retirados da natureza)?	✓	✓	✓
Como a empresa contribui para conservação de recursos naturais?	✓		✓
Como a produção se adequa às normas ambientais?	✓	✓	
O que é observado em relação a proteção ambiental?	✓		✓
Princípio: Usar materiais ambientalmente amigáveis	E	AD	OD
Quais materiais são considerados perigosos aos humanos ou meio ambiente?	✓		✓
Quais materiais podem ser substituídos por outros ambientalmente amigável?	✓		✓
Como são selecionados os materiais?	✓		✓
O que impede a substituição de materiais?	✓		✓
Princípio: Considerar a influência da dimensão humana	E	AD	OD
Quais os requisitos de qualificação para os gerentes e operários?	✓		
Quais treinamentos são feitos para alcançar um melhor desempenho profissional?	✓		
Como são treinados para evitar desperdícios, minimizar o consumo e adquirir visão de sustentabilidade?	✓		
Como são treinados em relação ao processo?	✓	✓	✓
Em que aspecto o papel do elemento humano pode contribuir para alcançar benefícios potenciais mais elevados na implantação da Produção Mais Limpa?	✓		

Princípios relacionados ao processo de produção.

Princípio: Evitar resíduos, efluentes e emissões na origem	E	AD	OD
O que tem sido feito para evitar resíduos, efluentes e emissões na origem?	✓		✓
Como é identificado as causas dos resíduos, efluentes e emissões?	✓		✓
Como é monitorado e quantificado o volume de resíduos, efluentes e emissões?	✓	✓	✓
Princípio: Inovação	E	AD	OD
Que Ferramentas de <i>eco-design</i> são usadas para desenvolver o produto?	✓		✓
Como o processo incorpora inovações?	✓		✓
Princípio: investir em tecnologia ambientalmente amigável	E	AD	OD

Quais os investimentos em máquinas e equipamentos voltados para a P+L?	✓	✓	✓
Como o ciclo de vida do produto pode ser melhorado por meio de alguma tecnologia ou inovação?	✓		✓
Quais modificações podem ser feitas no processo e produto para torna-los mais amigáveis ao ambiente?	✓		✓
Que instrumentos tem influenciado ou podem influenciar a adoção de práticas limpas?	✓		✓
O que há de parceria com universidades e institutos de pesquisa?	✓		
Como a técnica de produção é desenvolvida e aperfeiçoada?	✓		✓

Princípios relacionados com a gestão

Princípio: Melhorar a gestão da produção e ambiental	E	AD	OD
Como os processos são monitorados?	✓		✓
Quais tecnologias de gestão são usadas como ferramentas?	✓		✓
Como é monitorado as exigências legais para evitar multas?	✓		✓
Quais ações são tomadas por conta da preocupação com o ambiente?	✓		✓
Que ferramenta é usada para suporte a tomada de decisão?	✓		✓
Que políticas ambientais ou de P+L existem na empresa?	✓		
Como a empresa presta contas ao público de suas atividades?	✓		✓
Princípio: Considerar a influência do governo e sociedade	E	AD	OD
Quais as exigências do governo sobre as atividades da empresa?	✓		
Quais os incentivos para adoção de estratégias de proteção ambiental?	✓		
Como o governo participa como facilitador das práticas ambientais?	✓		

Princípios relacionados aos impactantes (produto, resíduos, efluentes e emissões)

Princípio: Proteger o meio ambiente e seres humanos	E	AD	OD
Quais os impactos causados pelo produto durante sua produção?	✓		✓
O produto apresenta algum risco para os humanos durante sua produção, uso ou descarte final?	✓		✓
Que materiais são considerados perigosos?	✓		✓
Que medidas são tomadas com relação aos materiais perigosos?	✓		✓
Quais os cuidados ambientais tomados com o descarte final?	✓		✓
Quais são os resíduos, efluentes e emissões causados pela produção?	✓		✓
Princípio: Reutilizar resíduos	E	AD	OD
Que materiais são reutilizados interna ou externamente?	✓	✓	✓
Que outros usos são dados aos resíduos materiais?	✓		✓
Quais são os incentivos internos ou externos para reutilização de materiais?	✓	✓	
Princípio: Reciclar resíduos	E	AD	OD
Que materiais permitem reciclar seus resíduos?	✓		✓
Que tecnologia é específica para a reciclagem praticada?	✓		✓
Que desmaterialização é feita de para reciclar materiais?	✓		✓
Como é mensurado os custos e ganhos com a reciclagem?	✓	✓	✓
Princípio: Reduzir descarte e descarga de resíduos	E	AD	OD
Qual o destino dos resíduos não úteis a empresa?	✓		✓
Que materiais são descartados?	✓		✓

Como é descartado o resíduo final?	✓		✓
O que é feito para reduzir o descarte e a descarga?	✓		✓