

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ
ESCOLA POLITÉCNICA – PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS - PPGEPS**

GRAZIELLE FATIMA GOMES TEIXEIRA

**MÉTODO DE PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO DO PROCESSO DE
DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DE PRODUTOS SUSTENTÁVEIS (PEPDIPS)**

CURITIBA

2017

GRAZIELLE FATIMA GOMES TEIXEIRA

**MÉTODO DE PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO DO PROCESSO DE
DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DE PRODUTOS SUSTENTÁVEIS (PEPDIPS)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas. Área de concentração: Gerência de Produção e Logística, da Escola Politécnica, da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Engenharia de Produção e Sistemas.

Orientador: Prof. Osiris Canciglieri Jr., Ph.D.

CURITIBA

2017

Dados da Catalogação na Publicação
Pontifícia Universidade Católica do Paraná
Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/PUCPR
Biblioteca Central

T266m
2017
Teixeira, Grazielle Fatima Gomes
Método de planejamento estratégico do processo de desenvolvimento integrado de produtos sustentáveis (PEPDIPS) / Grazielle Fatima Gomes Teixeira ; orientador: Osiris Canciglieri Júnior. – 2017.
215 f. : il. ; 30 cm

Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2017
Bibliografia: 204-213

1. Planejamento estratégico. 2. Produtos novos – Aspectos ambientais. 3. Sustentabilidade. I. Canciglieri Júnior, Osiris. II. Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas. III. Título.

CDD 22. ed. – 658.4012

TERMO DE APROVAÇÃO

Grazielle Fatima Gomes Teixeira

MÉTODO DE PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO DO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DE PRODUTOS SUSTENTÁVEIS (PEPDIPS).

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Curso de Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, da Escola Politécnica da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, pela seguinte banca examinadora:



Presidente da Banca
Prof. Dr. Osiris Canciglieri Júnior
(Orientador)



Prof. Dr. Gilberto Reynoso Meza
(Membro Interno)



Profª. Dra. Adriana de Paula Lacerda Santos
(Membro Externo)

Curitiba, 6 de outubro de 2017.

AGRADECIMENTOS

Com a conclusão de mais uma longa jornada, fruto de muita dedicação, persistência e vontade de atingir o objetivo aqui proposto, aliado ao sentimento de dever cumprido, há sempre a percepção de que o caminho só foi possível de ser trilhado devido o apoio de diversas pessoas que estiveram presentes durante os diversos momentos que se alternarão entre positividade, stress, incerteza e confiança. É para estas pessoas que dedico meu agradecimento:

Aos meus pais, pelo carinho, apoio e compreensão durante a realização do mestrado.

À Pontifícia Universidade Católica do Paraná pela oportunidade de realizar o curso através do Prêmio Marcelino Champagnat.

Ao meu orientado, Professor Ph. D. Osiris Canciglieri Jr., pela orientação e incentivo durante a realização deste projeto.

À Deus, por ter me dado saúde e força para atingir meus objetivos.

RESUMO

O sistema de produção e consumo vigente é referenciado como um dos meios geradores dos principais impactos ambientais e sociais. Diante deste contexto, sociedade e governo tem pressionado as indústrias para que adotem práticas mais sustentáveis em seus processos, em especial, ao processo de desenvolvimento de produtos. Contudo, a integração da sustentabilidade ao processo de desenvolvimento de produtos não configura apenas uma alteração no modo de manufaturar bens. Ela vai além, esta implementação reflete-se no planejamento estratégico das empresas e dos seus projetos, ou seja, na concepção dos produtos que, além de atender as necessidades e desejos de seus usuários, deverá também representar os esforços da empresa para minimizar os efeitos negativos de suas atividades nos aspectos ambientais e sociais. Nesta nova perspectiva, o desenvolvimento de produtos torna-se capaz de agregar maior competitividade às empresas, fortalecendo suas estratégias para manter-se à frente de seus concorrentes diante do mercado. Assim, o estudo apresenta o Método de Planejamento Estratégico do Processo de Desenvolvimento Integrado de Produtos Sustentáveis (PEPDIPS), para nortear a integração da sustentabilidade ao Planejamento Estratégico (PE) e, conseqüentemente, ao Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP), através da avaliação qualitativa dos parâmetros para identificar a maturidade da empresa na integração da sustentabilidade. Logo, o PEPDIPS é caracterizado como um método de maturidade composto por um processo cíclico com duas macro fases e quatro micro fases. Tendo como objetivo desenvolver uma avaliação de apoio focada no processo de melhoria contínua, guiando as melhores escolhas estratégicas aplicadas no planejamento e elaboração de um produto novo ou já existente. Estendendo sua avaliação para a gestão empresarial, necessária para estruturar e alicerçar tais mudanças. A construção do trabalho aqui apresentado teve como base uma pesquisa bibliográfica sistemática sobre os conceitos do desenvolvimento sustentável, modelos de desenvolvimento de produtos, modelos de maturidade, planejamento estratégico, competitividade e vantagem competitiva. Após a apresentação teórica do método, este foi aplicado em dois estudos de caso elaborados a partir dos relatórios de sustentabilidade das empresas analisadas. A maior contribuição destes estudos de caso foi demonstrar a variedade de setores que o método pode ser empregado. Por fim, o presente estudo significa um avanço ao cumprimento do desenvolvimento sustentável, uma vez que visou reduzir as barreiras entre o desenvolvimento de conceitos de produção sustentável e seu uso efetivo no contexto organizacional.

Palavras-chave: Modelo de Maturidade; Sustentabilidade; Planejamento Estratégico (PE); Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP).

ABSTRACT

The current production and consumption system is referred to as one of the means that generates the main environmental and social impacts. In this context, society and government have been pushing the industries to adopt more sustainable practices in their processes, especially the product development process. However, integrating sustainability into the product development process is not just a change in the way goods are manufactured. It goes further, this implementation is reflected in the strategic planning of companies and their projects, in other words, in the design of products that, in addition to meeting the needs and desires of its users, should also represent the company's efforts to minimize the negative effects of its activities in environmental and social aspects. In this new perspective, product development becomes capable of adding more competitiveness to companies, strengthening their strategies to keep ahead of their competitors in front of the market. Thus, the study presents the Strategic Planning Method of the Integrated Sustainable Products Development Process (Método de Planejamento Estratégico do Processo de Desenvolvimento Integrado de Produtos Sustentáveis - PEPDIPS), to guide the integration of sustainability into Strategic Planning (SP) and, consequently, to the Product Development Process (PDP) through qualitative evaluation of the parameters to identify the company's maturity in the integration of sustainability. Therefore, PEPDIPS is characterized as a maturity method composed of a cyclic process with two macro phases and four micro phases. Aimed at developing a support evaluation focused on the process of continuous improvement, guiding the best strategic choices applied in the planning and elaboration of a new or existing product. Extending its assessment to business management, necessary to structure and ground such changes. The construction of the work presented here was based on a systematic bibliographical research on the concepts of sustainable development, product development models, maturity models, strategic planning, competitiveness and competitive advantage. After the theoretical presentation of the method, this was applied in two case studies based on the sustainability reports of the companies analyzed. The major contribution of these case studies was to demonstrate the variety of sectors that the method can be employed. Finally, the present study represents an advance towards the fulfillment of sustainable development, since it aimed to reduce the barriers between the development of sustainable production concepts and their effective use in the organizational context.

Keywords: Maturity Model; Sustainability; Strategic Planning (SP); Product Development Process (PDP).

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Estrutura da pesquisa	21
Figura 2 – Estrutura metodológica da pesquisa bibliográfica sistemática	22
Figura 3 – Descrição das combinações	25
Figura 4 – Codificação dos resultados	28
Figura 5 – Categorias de estratégia	51
Figura 6 – As cinco forças competitivas	56
Figura 7 - Boas práticas para integrar a sustentabilidade.....	64
Figura 8 - Principais pontos do Sistema de Gestão.....	64
Figura 9 - 5 pontos de mudança.....	66
Figura 10 – Tipos Genéricos de Estratégias Ambientais Competitivas.....	69
Figura 11 - Engenharia Simultânea.....	72
Figura 12 - Stage-Gate.....	73
Figura 13 – Estrutura do ECM	85
Figura 14 – Estrutura da LiDS-Wheel	86
Figura 15 - LCA: cradle to grave.....	89
Figura 16 - LCA: cradle to cradle.....	90
Figura 17 - Estratégias de Life Cycle Design e fases do ciclo de vida.....	96
Figura 18 - Sequência P+L.....	104
Figura 19 – Método de Planejamento Estratégico do Processo de Desenvolvimento Integrado de Produtos Sustentáveis (PEPDIPS).....	111
Figura 20 – 5I: Níveis de Maturidade do PEPDIPS	112
Figura 21 - Grade de maturidade PEPDIPS.....	125
Figura 22 – Ampliação das microfases do PEPDIPS.....	130
Figura 23 - Empresa 1: grade de maturidade.....	144
Figura 24 - Análise da tipologia do produto: empresa 1.....	148
Figura 25 - Layout de corte do produto calça jeans feminina: empresa 1.....	161
Figura 26 - Resultado do produto: Empresa 1.....	162
Figura 27 - Estratégias de EcoDesign: Empresa 2.....	170
Figura 28 - Grade de Maturidade: Empresa 2.....	171
Figura 29 - Sistema de economia circular.....	176
Figura 30 - Fontes de criação de valor.....	177
Figura 31 - Análise da tipologia do produto: Empresa 2.....	178

Figura 32 - Infográfico lâmpada LED.....	180
Figura 33 - Gestão de fornecedores: empresa 2.....	183
Figura 34 - Infográfico economia circular: operações	185
Figura 35 - Processo de modelagem.....	187
Figura 36 - Tipos de junção.....	189
Figura 37 - Painel OLED e sua aplicação.....	190
Figura 38 - Estrutura OLED.....	191
Figura 39 - WOLED por mistura de cores.....	192
Figura 40 - WOLED por conversão de espectro.....	193
Figura 41 - Manufatura da lâmpada LED.....	194
Figura 42 - Manufatura da lâmpada OLED.....	195
Figura 43 - Resultado do produto: empresa 2.....	196

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Grupos de palavras-chave.....	23
Tabela 2 - Grupo 4.....	26
Tabela 3 - Lista de pesquisas categorizadas por área.....	30
Tabela 4 - Coocorrência e direcionamento.....	33
Tabela 5 - Número de artigos por ano.....	35
Tabela 6 - Estágios das regras da Estratégia de Manufatura.....	55
Tabela 7 - Diferença entre os tipos de planejamento.....	60
Tabela 8 - A escala fundamental de números absolutos.....	81
Tabela 9 - Estratégias P+L.....	94
Tabela 10 - Nível de Maturidade de Consciência Ambiental.....	100
Tabela 11 - Etapa 4: avaliação técnica, ambiental e econômica.....	105
Tabela 12 - Parâmetro Estratégia.....	116
Tabela 13 - Parâmetro Organizacional.....	118
Tabela 14 - Parâmetro Motivação.....	120
Tabela 15 - Parâmetro Parcerias.....	121
Tabela 16 - Parâmetro Operacional.....	122
Tabela 17 - Práticas Sustentáveis.....	123
Tabela 18 - Escala Likert.....	125
Tabela 19 - Análise da tipologia dos produtos.....	129
Tabela 20 - Parâmetro Estratégia: empresa 1.....	137
Tabela 21 - Parâmetro Organizacional: empresa 1.....	139
Tabela 22 - Parâmetro Parcerias: empresa 1.....	140
Tabela 23 - Parâmetro Operacional: empresa 1.....	141
Tabela 24 - Parâmetro Motivação: empresa 1.....	142
Tabela 25 - Empresa 1: Planos de ação	145
Tabela 26 - Empresa 1: direcionamentos 3BL.....	149
Tabela 27 - Empresa 1: redefinição dos objetivos.....	150
Tabela 28 - Avaliação do ciclo de vida de produtos textéis de algodão.....	155
Tabela 29 - Projeto: empresa 1.....	158
Tabela 30 - Resultados: empresa 1.....	163
Tabela 31 - Parâmetro Estratégia: empresa 2.....	164
Tabela 32 - Parâmetro Organizacional: empresa 2.....	166

Tabela 33 - Parâmetro Parceiras: empresa 2.....	167
Tabela 34 - Parâmetro Motivação: empresa 2.....	168
Tabela 35 - Parâmetro Operacional: empresa 2.....	169
Tabela 36 - Empresa 2: Planos de ação.....	172
Tabela 37 - Empresa 2: direcionamentos 3BL.....	179
Tabela 38 - Empresa 2: redefinição dos objetivos.....	182
Tabela 39 - Projeto: empresa 2.....	189
Tabela 40 - Resultados: empresa 2.....	196
Tabela 41 - Especialistas participantes.....	198
Tabela 42 - Avaliação do grau de importância das etapas do PEPDIPS.....	200

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Índice de áreas por grupo.....	33
Gráfico 2 - Índice de publicação por grupo x anos.....	35
Gráfico 3 - Revistas publicadas.....	37
Gráfico 4 - Distribuição geográfica.....	37
Gráfico 5 - expectativa de redução do custo da tecnologia OLED.....	193

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Abit	Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção
ABS	Acrilonitrila Butadieno Estireno
AHP	Analytic Hierarchy Process
BSC	Balanced Scorecard
CNI	Confederação Nacional da Indústria
C2C	Cradle to Cradle
DfE	Design for Environment
DfX	Design for X
DPS	Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis
ECM	Ecodesign Checklist Method
ERPA	Environmentally Responsible Product Assessment Matrix
GaN	Nitreto de Gálio
GPD	Green Product Development
GRI	Global Reporting Initiative
GQFD	Green QFD
IE	Industrial Ecology
InGaN	Nitrilo de Índio e Gálio
InN	Nitreto de Índio
LCA	Life Cycle Assessment
LCD	Life Cycle Design
LCSP	Lowell Center for Sustainable Production
LED	Light Emitting Diode
LiDS-Wheel	Lifecycle Design Strategy Wheel
LPD	Lean Product Development
MECO	Matriz Materials, Energy, Chemicals and Others
MET	Matriz Materiais, Energia, Toxicidade
OLED	Organic Light-Emitting Diodes
ONU	Organização das Nações Unidas
PC	Policarbonato
PCP	Product Creation Process
PD	Product Design
PDCA	Plan-Do-Check-Act

PDIP	Processo de Desenvolvimento Integrado de Produto
PDP	Processo de Desenvolvimento do Produto
PE	Planejamento Estratégico
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PEPDIPS	Planejamento Estratégico do Processo de Desenvolvimento Integrado de Produtos Sustentáveis
P+L	Produção Mais Limpa
QFD	Quality Function Deployment
QFDE	Quality Function Deployment for Environment
TRIZ	Teoria da Resolução de Problemas Inventivos
UNEP	Programa das Nações Unidas para o Ambiente
WOLEDs	White Organic Light-Emitting Diodes
3BL	Triple Bottom Line
5I	Níveis de Maturidade

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	16
1.1	PROBLEMA DE PESQUISA	18
1.2	OBJETIVOS	18
1.3	JUSTIFICATIVA	19
1.4	METODOLOGIA.....	20
2	PESQUISA BIBLIOGRÁFICA SISTEMÁTICA E ANÁLISE DE CONTEÚDO	22
2.1	RESULTADOS	29
2.1.1	Combinação interna das palavras-chave.....	29
2.1.2	Combinação externa das palavras-chave	29
2.1.3	Análise de Conteúdo	30
2.1.4	Análise de Desenvolvimento.....	34
2.2	DISCUSSÃO	38
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	45
3.1	DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.....	45
3.2	INTEGRAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE: ESTRATÉGIA, VANTAGEM COMPETITIVA E PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO.....	48
3.2.1	Definição de estratégia	49
3.2.2	Definição de vantagem competitiva	53
3.2.3	Planejamento Estratégico	58
3.2.4	Planejamento Estratégico e a Sustentabilidade	61
3.3	PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO (PDP)	71
3.4	DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS COM FOCO NA SUSTENTABILIDADE	74
3.4.1	Ferramentas e métodos para a integração da sustentabilidade ao PDP.....	79
3.5	O PRODUTO SUSTENTÁVEL	87
3.5.1	Classificação e análise do ciclo de vida dos produtos pelo viés sustentável.....	89
3.6	MODELO DE MATURIDADE	98
3.7	CONTRIBUIÇÕES DA FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	106

4	MÉTODO DE PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO DO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DE PRODUTOS SUSTENTÁVEIS (PEPDIPS)	110
5	APLICAÇÃO DO MÉTODO PEPDIPS	134
5.1	ESTUDO DE CASO 1	136
5.2	ESTUDO DE CASO 2	163
6	AVALIAÇÃO DO MÉTODO PEPDIPS	198
7	CONCLUSÃO	202
7.1	DIRECIONAMENTOS PARA PESQUISAS FUTURAS	203
	REFERÊNCIAS	204
	APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DO MÉTODO PEPDIPS	214

1 INTRODUÇÃO

Com a redução das fronteiras promovida pela globalização, o nível de consumo cresceu drasticamente, caracterizando a nossa sociedade de consumo. Contudo, se por um lado esse crescimento significa progresso, por outro lado, isso significa um progresso sem futuro, pois o consumo somente poderá simbolizar um progresso se este ocorrer dentro do desenvolvimento sustentável.

A sustentabilidade é um campo de pesquisa com crescente desenvolvimento, especialmente nas últimas duas décadas, quando o desenvolvimento sustentável tornou-se um fator importante, influenciando as características dos negócios e das indústrias no século XXI. Conforme Sachs (2004) descreve, a sustentabilidade passou a ser considerada como um modernismo pela comunidade acadêmica, evidenciado pelo fato do assunto ser tratado com mais ênfase no ano de 1987, no Relatório Brundtland, da Organização das Nações Unidas (ONU). Segundo o relatório, a sustentabilidade é a capacidade de atender as necessidades presentes sem comprometer a capacidade das futuras gerações atenderem às suas próprias necessidades (WCED, 1987). Contudo, a definição de 1987 não especificou nenhum aspecto para direcionar as futuras atividades, centrando sua relevância apenas nas questões de igualdade entre gerações, proporcionando pouca orientação sobre sua aplicação pelas empresas e quais são suas responsabilidades (HART, 1995; STARIKANDRANDS, 1995).

Até a Eco'92, o tema era abordado pelas empresas como um desafio para “esverdear” os negócios, visando reduzir os custos e ser mais eficiente (ELKINGTON, 1987). Neste sentido, o capitalismo sustentável que começava a ser exercitado precisava de definições concretas sobre as novas visões de igualdade social, justiça ambiental e ética empresarial (ELKINGTON, 1987). Assim, a noção conceitual que operacionaliza o desenvolvimento sustentável nos aspectos ambiental, social e econômico é apresentada em 1998, por Elkington, que denominou de *Triple Botton Line* (3BL) ou Tripé da Sustentabilidade. Este descreve que o desenvolvimento sustentável só se é atingido quando há uma melhoria integrada e equivalente nos pilares ambiental, social e econômico, que constroem o 3BL. Além deste, podemos também citar Sachs (1997) que descreve a sustentabilidade como um conceito dinâmico que engloba um processo de mudança em cinco dimensões: social, econômica, ecológica, geográfica e cultural.

Assim como no âmbito acadêmico, o lado corporativo também obteve uma significativa expansão da discussão. Os principais fatores causadores do interesse do setor corporativos pela sustentabilidade foram às pressões sociais para melhorar seu processo

produtivo de maneira mais sustentável, aumento da capacidade competitiva, melhoria na imagem da empresa e reduções nos custos e na margem de risco (RITTER *et al.*, 2015; LOZANO e HUISINGH, 2011). Neste sentido, outro fator também relevante é a inovação que a integração entre a sustentabilidade e o Processo de Desenvolvimento do Produto (PDP) pode gerar a partir da nova perspectiva de planejamento do produto, que compõe um campo de pesquisa com contínuo crescimento.

O PDP visa identificar e traduzir as necessidades e requisitos dos consumidores em dados que permitam a elaboração de um produto. Deste modo, o PDP conduz cada fase do ciclo de vida do produto a soluções apropriadas. Ou seja, seus estágios possuem uma influência direta no produto final, uma vez que as decisões mais críticas são tomadas dentro do PDP, tais como: custo, desempenho, inovação, seleção de materiais, sustentabilidade e qualidade. Por este motivo, o PDP sustentável requer modificações no processo tradicional.

A junção destes dois temas objetiva aumentar o percentual da capacidade competitiva das empresas, tornando-se essencial para a melhoria em seu desempenho (D'IPPOLITO, 2014; HALLSTEDT *et al.*, 2013; CURWEN *et al.*, 2012; TRAPPEY *et al.*, 2011). Neste direcionamento, em decorrência da interdisciplinaridade do assunto, fomentaram-se diversas discussões sobre sua aplicabilidade. Constituindo assim, um múltiplo direcionamento de pesquisa que explora desde, por exemplo, o uso da sustentabilidade como um meio de implementação de melhoria contínua dentro do PDP (HALLSTEDT *et al.*, 2013; ZHANG e ZHU, 2009; CARTER e ROGERS, 2008; CHOI *et al.*, 2008). Como, modelos de PDP sustentável (BRONES e CARVALHO, 2015; LUTTROP e LAGERSTEDT, 2006). E também como uma atualização às ferramentas utilizadas no PDP (CHANG, 2014; CARNEVALL e MIGUEL, 2008). Por essa perspectiva, a junção da sustentabilidade com a inovação pode estimular as empresas a elaborarem seus produtos visando prover, além de um novo valor aos seus usuários, uma nova opção de consumo mais sustentável (BHUIJAN e THOMSON, 2010). Pois, segundo D'Ippollito (2014), o design agregado aos produtos deve, além da qualidade, gerar um novo valor ao seu destinatário, tornando-se um fenômeno social capaz de remodelar comportamentos e percepções. Sendo o design um elemento relevante tanto para o produto quanto para a empresa que o concebe, uma vez que este irá influenciar a elaboração de estratégias e o posicionamento da organização. Desta forma, o resultado do novo PDP com características sustentáveis pode agregar uma vantagem competitiva de longo prazo à empresa (DRIESSEN e HILLEBRAND, 2012; MORENO *et al.*, 2011; SALOMO *et al.*, 2010; BEVILACQUA *et al.*, 2007; CAMPBELL, 2007; MAXWELL e VAN DER VORST, 2003).

Logo, a integração da sustentabilidade no PDP se mantém um desafio tanto para o lado profissional quanto para o acadêmico (GLEIM *et al.*, 2013; KESKIN *et al.*, 2012; CARTER e ROGERS, 2008; KARLSSON e LUTTROPP, 2006, KLEINDORFER *et al.*, 2005). Em vista disso, ambas as partes precisam perceber que as estratégias de longo prazo devem apoiar a inclusão da sustentabilidade no processo de desenvolvimento de novos produtos; e áreas como a engenharia, precisam visualizar o tema como uma oportunidade de desenvolvimento e aprimoramento integrado.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Fundamentando-se no contexto no qual o sistema de produção e consumo causa um índice elevado de resíduos que o planeta não consegue decompor com a mesma velocidade com que são gerados, tornando-se um sistema insustentável que exige com que os projetos de produtos abordem práticas mais sustentáveis em seu planejamento. O presente estudo apresenta como pergunta problema: **Como o desenvolvimento de produto integrado à sustentabilidade deve ser estruturado visando à viabilidade econômica e a vantagem competitiva por meio do planejamento estratégico do processo de desenvolvimento do produto?**

1.2 OBJETIVOS

O objetivo geral deste estudo é propor um método conceitual de planejamento estratégico para nortear o desenvolvimento de produtos com a integração da sustentabilidade, visando avaliar de modo qualitativo os requisitos e as fases do processo de desenvolvimento de produtos, partindo da etapa inicial de concepção do projeto até a distribuição do produto, englobando os três pilares da sustentabilidade: econômicos, sociais e ecológicos. Promovendo a compreensão sobre o interligamento entre estratégia e sustentabilidade, e o grau de influência que o projeto do produto pode ocasionar na tomada de decisão da empresa para a integração do tema. Logo, para que este objetivo seja atingido, a pesquisa foi dividida nos seguintes objetivos específicos:

- a) Identificar e estudar quais são os modelos, métodos e ferramentas aplicados no Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP) pautados à sustentabilidade;
- b) Definir, por meio de uma pesquisa bibliográfica, o conceito de produto sustentável;
- c) Analisar por meio do levantamento bibliográfico quais são as interferências que a sustentabilidade pode originar sobre a tomada de decisão no planejamento estratégico das empresas;
- d) Propor a estrutura conceitual do método capaz de avaliar e adequar as operações das organizações, integrado a sustentabilidade;
- e) Implementar a estrutura conceitual proposta por meio de estudo de caso;
- f) Avaliar a proposta conceitual por meio de questionário respondido por especialistas,

1.3 JUSTIFICATIVA

A abordagem da sustentabilidade dentro do PDP pode auxiliar as empresas a se tornarem mais competitivas diante do mercado globalizado, que possui como uma de suas principais características a mudança rápida e por consequência, o lançamento de produtos com um espaço de tempo menor. Neste cenário, a sustentabilidade pode gerar tal vantagem por meio da confiabilidade relacionada ao respeito às regulamentações, cuidado com o meio ambiente e a preocupação com a sociedade (CHANG *et al.*, 2014; CLARK *et al.*, 2014; SAXENA *et al.*, 2012). Outros motivos para agregar a sustentabilidade no PDP é a eficiência do uso de energia, recursos, insumos, minimizar os impactos ambientais gerados durante o processo de fabricação, uso e descarte do produto, ou seja, pelo ciclo de vida do produto (BRONES e CARVALHO, 2015; CHANG *et al.*, 2014). Além disso, as indústrias de desenvolvimento de produto e manufatura exercem um importante papel na transformação da sociedade para a sustentabilidade (GAZIULUSOY *et al.*, 2013). Diante disso, é possível afirmar que o design constitui-se como um dos componentes vinculado ao planejamento estratégico das empresas.

Entretanto, a abordagem da sustentabilidade para muitas empresas consiste em métodos pouco compreensíveis e/ou com uma amplitude que requer mudanças estruturas complexas de longo prazo e custo elevado. Por isso, as organizações apontam que a falta de interesse em adaptar seu PDP à sustentabilidade é causado pela sua dificuldade em implementação; incerteza do retorno do capital investido para adequar-se e o retorno pelo

reconhecimento de diferencial de mercado por seus clientes, dificuldade de definir o que representa o desenvolvimento sustentável dentro do contexto de negócios, entre outros (BRONES e CARVALHO, 2015; CHEKIMA *et al.*, 2015; CHANG *et al.*, 2014; GLEIM *et al.*, 2013; PIGOSSO *et al.*, 2013; KNIGHT e JENKINS, 2009; SEYFANG, 2007; HART e MILSTEIN, 2003). Baumann *et al.*(2002), argumenta outros fatos causadores do baixo desempenho e implementação da sustentabilidade ao PDP, que são: o intenso desenvolvimento de novos métodos e ferramentas de ecodesign em detrimento ao estudo e aprimoramento das existentes, falta de integração com o contexto do desenvolvimento de produtos, estratégias e processos da empresa.

Assim, para atrair a atenção da gestão organizacional para a integração da sustentabilidade ao processo de desenvolvimento de produto, são apontados como facilitadores o delineamento das definições estratégicas, necessidades dos consumidores e custos adjuntos da produção. Logo, a importância deste trabalho se concentra no planejamento estratégico do produto, pois é nesta etapa que se concentra a concepção dos artefatos. Portanto, o projeto do produto deve visar, além de atender as necessidades e desejos de seus usuários, minimização dos efeitos negativos nos aspectos socioambientais. Deste modo, a integração da sustentabilidade deve ser realizada no início do PDP, para que seja possível revisar e reestruturar o PDP (WAAGE, 2007). Também, é na fase inicial que o projeto pode ser estrategicamente estruturado para evitar ou limitar os problemas, perdas e danos (MANZINI e VEZZOLI, 2002). Assim, o desenvolvimento de um método voltado a orientar o PDP com praticas mais sustentáveis se faz necessário.

1.4 METODOLOGIA

A pesquisa aqui apresentada categoriza-se como de natureza aplicada, pois tem o intuito de dedicar-se a conceber conhecimentos para a compreensão e aplicação prática de soluções (GIL, 2010), à influência que a integração da sustentabilidade no processo de desenvolvimento de produtos pode acarretar ao planejamento estratégico de longo prazo das empresas. Portanto, a pesquisa possui uma abordagem qualitativa, destinando-se a responder os questionamentos com informações que não podem ser quantificadas totalmente, não empregando ferramentas estatísticas (GRAY, 2012). Deste modo, os objetivos científicos da pesquisa são explorar, compreender e explicar o fenômeno estudado. Logo, utiliza-se como procedimento técnico, primeiramente, a pesquisa bibliográfica sistemática para embasar e

estruturar a fundamentação teórica, apresentada na seção seguinte. Depois, a pesquisa segue empregando o procedimento técnico de estudo de caso.

Segundo Vergara (2000), a pesquisa bibliográfica constitui um estudo sistematizado desenvolvido com base em material publicado e acessível ao público em geral. Assim como, é o tipo de pesquisa que se emprega para adquirir conhecimentos ou solucionar um problema (BARROS & LEHFELD, 2000). Consequentemente, é um modo de avaliar um determinado tema com uma nova perspectiva, não caracterizando uma repetição, mas sim um levantamento de informações que visa chegar a uma compreensão inovadora sobre um fato. Enquanto que o estudo de caso tem como escopo o registro de informações a partir da observação de um ou vários casos, possibilitando a compreensão mais detalhada de um fenômeno. Sua aplicação é considerável em pesquisas exploratórias (GIL, 2010; BARROS & LEHFELD, 2000). Portanto, baseando-se nesta estrutura, foi elaborada a figura 1 para ilustrar as etapas que compõem a pesquisa. Assim, o estudo será dividido por seis fases, que se referem às partes estruturais, respectivamente: fase 1 (pesquisa bibliográfica sistemática); fase 2 (fundamentação teórica); fase 3 (apresentação do método); fase 4 (estudo de caso); fase 5 (avaliação do método); fase 6 (conclusão).



Figura 1 – Estrutura da pesquisa.
Fonte: autora.

2 PESQUISA BIBLIOGRÁFICA SISTEMÁTICA E ANÁLISE DE CONTEÚDO

A revisão bibliográfica sistemática é um método de pesquisa metódico, explícito e passível de reprodução que atinge o resultado por meio da descrição das informações já publicadas com o mínimo possível de distorção e erros, conduzindo a investigação a partir do delineamento da pergunta(s) definida(s). Visando nortear o desenvolvimento de futuros projetos, indicando novos rumos para responder o problema específico descrito por meio da identificação, definição de uma estratégia de seleção, estabelecimento de critérios de inclusão e exclusão dos artigos e, avaliação crítica da qualidade e da validade das evidências científicas obtidas. Possibilitando que os resultados sejam sintetizados para originar mudanças a serem implementadas na área de conhecimento a qual a pesquisa foi dedicada (BOTELHO et al, 2011).

A análise de conteúdo também é um método qualitativo, sendo empregado para o tratamento de dados e a descrição de conteúdo concentrado. Conforme Bardin (2011), a aplicação da análise de conteúdo condiz a três fases fundamentais: pré-análise (fase de organização: identificação, seleção e elaboração dos indicadores que orientarão a interpretação dos artigos), exploração do material (uso de procedimentos para a codificação, classificação e categorização às questões da pesquisa; objetividade e fidelidade), e tratamento dos resultados - a inferência e a interpretação.

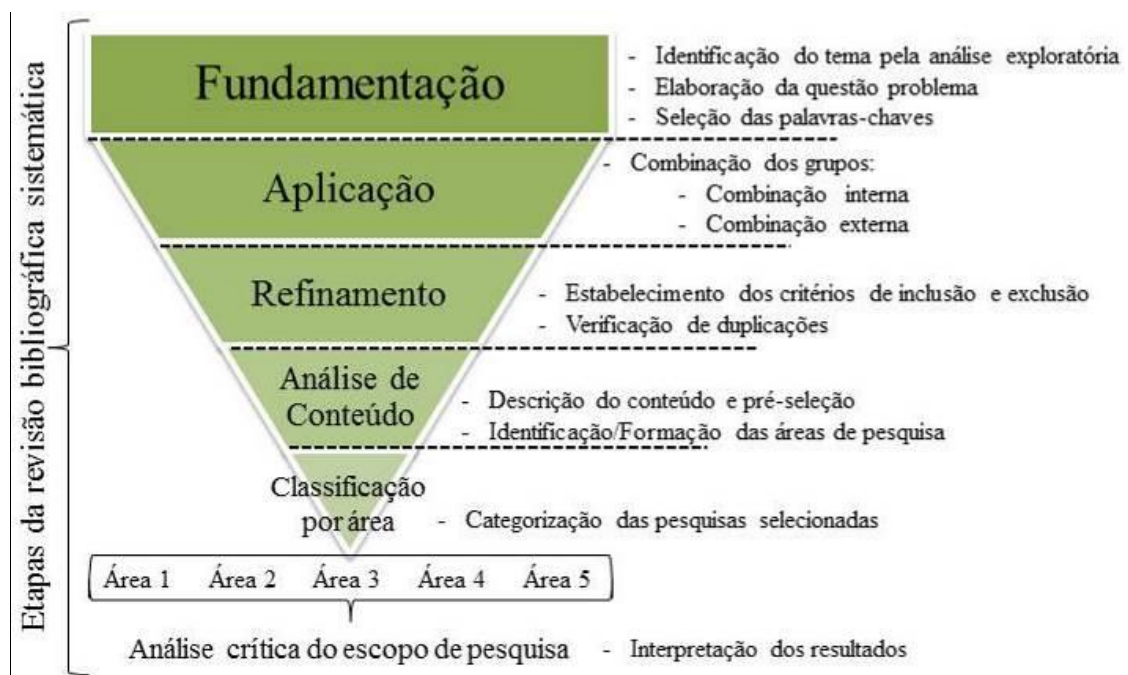


Figura 2 – Estrutura metodológica da pesquisa bibliográfica sistemática.

Fonte: autora.

Com estas determinações, foi elaborada a estrutura de funil para a realização da revisão bibliográfica sistemática. Constituída por 6 etapas, que são: fundamentação, aplicação, refinamento, análise de conteúdo, classificação por área dedicada e análise crítica do escopo de pesquisa. Para mapear a revisão bibliográfica sistemática elaborou-se a figura 2, que apresenta a síntese das etapas desenvolvidas para estruturar a metodologia empregada ao estudo.

Conforme ilustra a figura 2, a primeira fase (fundamentação) concentrou-se em elaborar a pesquisa por meio da análise exploratória para a identificação dos temas a serem abordados, apresentados na seção 1. A partir disso, foi possível observar a oportunidade de pesquisa e a descrição do problema (seção 2). Com o suporte da análise exploratória, foram formuladas as questões problema (QP) e as estratégias de busca (o recorte temporal, palavras-chaves mais adequadas à finalidade deste trabalho e a base de dados empregada). Portanto, para guiar a revisão bibliográfica sistemática, foram elaboradas três questões complementares:

(QP1) Quais são as principais discussões sobre a integração da sustentabilidade no PDP retratados nas pesquisas recentes?

(QP2) Quais são as pesquisas mais relevantes em relação à integração da sustentabilidade no PDP sob o ponto de vista do planejamento estratégico?

(QP3) Quais discussões necessitam de mais estudos?

As três questões elaboradas são essenciais para a definição das estratégias de busca, ou seja, serão as condutoras para o desenvolvimento da revisão a fim de identificar os estudos dedicados a integrar os dois temas observados. As estratégias de busca podem ser caracterizadas como restrições para limitar a pesquisa. Tal limitação não interfere no alcance das informações, pois sua função é garantir que a busca percorra o caminho programado e atinja o resultado esperado. Logo, a primeira estratégia de busca condiz ao recorte de tempo (2006-2017) a fim de compreender quais são as discussões recentes que estão sendo analisadas pela academia; (2) seleção da base de dados para aplicação da revisão bibliográfica sistemática: Periódico CAPES, biblioteca virtual que reúne e disponibiliza conteúdo científico internacional à instituições de ensino e pesquisa no Brasil, constituída por 38 mil periódicos, 532 bases referenciais, livros, enciclopédias, normas técnicas, estatísticas e conteúdo audiovisual; (3) área de pesquisa: engenharia, elemento necessário para o uso mais adequado da base de dados empregada e, (4) por palavras-chave.

As palavras-chave empregadas nesta revisão bibliográfica sistemática foram obtidas a partir da análise exploratória onde foram capturadas pesquisas reconhecidas como relevantes devido ao número de citações e/ou por serem as primeiras a debater sobre tema em questão. A partir disso, pôde-se observar o relacionamento entre três campos de pesquisa, que são: (1) *product*; (2) *sustainability* e (3) *consumption*. Assim, as palavras-chave foram concentradas dentro desses campos, formando três grupos. A importância da união das palavras-chave nestes grupos é devido à interdisciplinaridade do estudo sobre a sustentabilidade. A tabela 1 apresenta as palavras-chave utilizadas em grupos, compostos com os tópicos.

Product	Sustainability	Consumption
Product Development Process (PDP)	Sustainability	Competitive Advantage
Product Creation Process (PCP)	Sustainable	Willingness to Pay
Product Design (PD)	Triple Bottom Line (3BL)	Value
Project Management	Footprints	Green Consumption
Quality Function	Green Product Development (GPD)	Green Marketing
Deployment (QFD)	Industrial Ecology (IE)	Market-oriented sustainability
Life Cycle Assessment (LCA)	Design for Environment (DFE)	
Lean Product Development (LPD)	Ecodesign	
	10 Golden Rules	

Tabela 1 – Grupos de palavras-chave.
Fonte: Autores.

O primeiro grupo é constituído por palavras-chave com relação ao desenvolvimento de produtos. Ao passo que o segundo grupo é composto por palavras-chave direcionadas à sustentabilidade envolvidas na criação de produtos. Enquanto que o terceiro grupo é formado por palavras-chave vinculadas a segmentação de mercado para o consumo desses produtos.

Completada a etapa de fundamentação, seguiu-se para o estabelecimento do processo de aplicação da estrutura, a qual consistiu na disposição das palavras-chave em duas combinações. A primeira combinação das palavras-chave trata-se da junção dos termos em mesmo grupo (combinação interna), elaborada pela necessidade de evitar que algumas pesquisas fossem excluídas por conta do seu modo de grafia e também, para que a execução da revisão não divergisse da proposta de busca. A segunda combinação das palavras-chave ocorreu entre os grupos, ou seja, foi uma combinação externa, cujo alvo era aprimorar ainda mais o resultado e gerar uma busca multidisciplinar.

Conforme mostra a figura 3, durante cada aplicação da busca, ocorreu o primeiro tratamento de seleção. Este tratamento se refere à etapa de refinamento, que corresponde ao uso dos critérios de inclusão e exclusão. Nesta pesquisa, os critérios empregados foram os

tópicos de busca da base de dados, sendo os tópicos de inclusão: *sustainability; sustainable development; issues in sustainable development; sustainability assessment; sustainable design; decision making, strategic planning, green consumption e green marketing*. E os tópicos de exclusão: *peer reviewed articles, especific study, secondary studies e non-english written papers*. Esses tópicos concentrados na etapa de refinamento foram os elementos que seguraram o desenvolvimento da revisão bibliográfica sistemática. Ainda na etapa de refinamento, todos os resultados foram verificados para eliminar duplicações, gerando o número real de pesquisas encontradas.

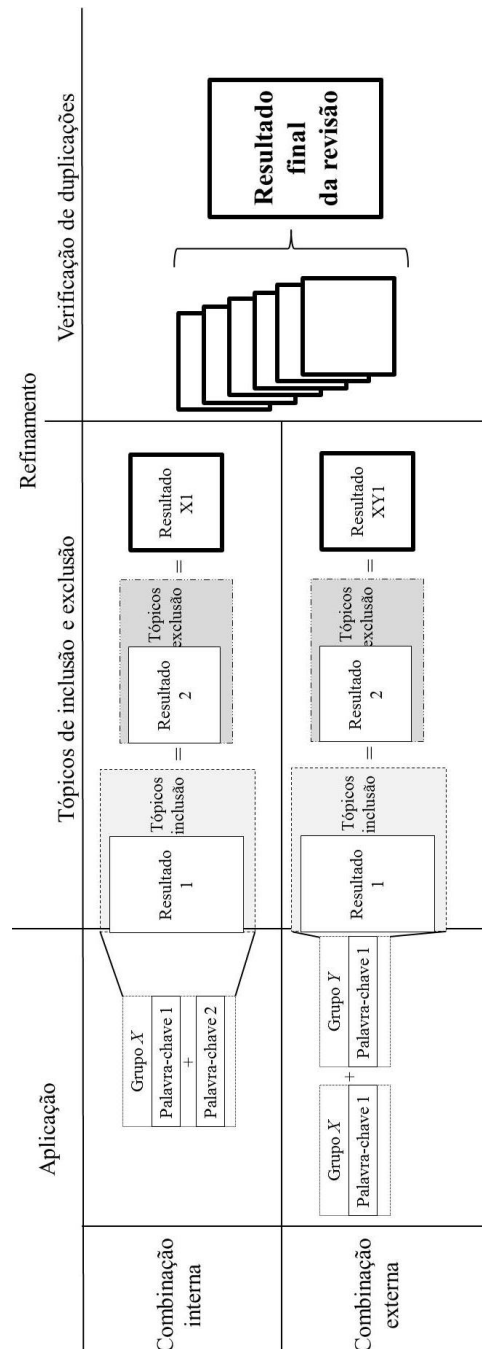


Figura 3 – Descrição das combinações.
Fonte: autora.

Após a obtenção do resultado total de pesquisas, estas foram submetidas à análise de conteúdo cujo propósito era de criteriosamente filtrar as pesquisas obtidas e identificar em qual perspectiva cada abordagem melhor se enquadrava, para assim, realizar a classificação por área retratada. Neste ponto de desenvolvimento da revisão, observou-se que outras palavras-chave relevantes não tinham sido aplicadas na fase de busca. O motivo que levou a este resultado foi à abrangência de pesquisas desenvolvidas após os estudos empregados como base ao levantamento aqui apresentado. Nestes novos direcionamentos, pôde-se observar o uso de nomenclaturas diferenciadas para assuntos já apresentados e também nomenclaturas novas para referenciar novas discussões. Então, estes termos agregados com o levantamento foram concentrados para formar o quarto grupo, denominado de grupo de palavras-chave resultantes. Sendo reaplicada a busca com esses novos termos em ambas as combinações. A tabela 2 expõe o grupo de palavras-chave resultantes.

Grupo de palavras-chave resultantes	
- Green Design	- Industrial Design
- Ecological Design	- Manufacturing Design
- Environmental Design	- Design Innovation
- Environmentally Sustainability Design	- Strategic Design
- Design for Sustainability	- Design Assessment
- Green Manufacturing	- New Product Development
- Eco-innovation	- Sustainable Strategic

Tabela 2 - Grupo 4.

Fonte: autora.

Para trabalhar com os artigos finais, na análise de conteúdo foi acrescentada para avaliar como os estudos encontrados poderiam contribuir para a solução do problema por intermédio da pré-análise, exploração do material e tratamentos dos resultados. Na fase da pré-análise, as pesquisas obtidas são organizadas por um tratamento secundário de filtragem. Tendo como critério de seleção a identificação, por intermédio da leitura, das palavra-chaves utilizadas na revisão no título, resumo, palavras-chave de cada estudo. Em decorrência da necessidade de organizar as informações adquiridas, foram elaborados indicadores de interpretação.

Os indicadores de interpretação corresponde na concentração destes artigos em 5 áreas de conhecimento, averiguadas como relevantes pela repetida presença de argumentações sobre estas nos resumos dos artigos, caracterizando o processo como uma seleção temática. Dentro deste processo, a identificação por tema significa um guia para interpretação das informações. Um tema pode ser construído mediante o recorte de ideias constituintes em enunciados, frases, resumos, entre outras partes. Por isso, fazer tal classificação possibilita a primeira análise de resultados, diante da avaliação das concentrações, presença e frequência

dos enquadramentos. Portanto, o uso do tema como unidade de registro representa um modo de recorte. Assim sendo, estas 5 áreas de conhecimento, cada com um objetivo de pesquisa, tem a função de filtrar mais uma vez o resultado de estudos alcançados, ou seja, as 5 áreas do conhecimento são caracterizadas como um terceiro momento de refinamento da pesquisa. Por conseguinte, se o artigo não atendeu a nenhuma destas 5 áreas de conhecimento, este foi retirado da lista de contagem. Em geral, as 5 áreas de conhecimento abordam temas relacionados com o PDP, sustentabilidade ambiental e social, perfil do consumidor de produtos sustentáveis e o planejamento estratégico para o PDP sustentável. Mais detalhes podem ser observados a seguir:

Área 1 (A1): classifica as pesquisas que abrangem o processo de desenvolvimento de produtos sustentáveis da fase de desenvolvimento até a fase de produção;

Área 2 (A2): aborda pesquisas que abrangem o processo de desenvolvimento de produtos sustentáveis ambientalmente;

Área 3 (A3): restringe-se as pesquisas que abrangem o processo de desenvolvimento de produtos sustentáveis socialmente;

Área 4 (A4): retrata as pesquisas que abrangem sobre o consumo de produtos sustentáveis, bem como, o perfil do consumidor e o valor agregado ao produto;

Área 5 (A5): designa-se as pesquisas que abrangem o planejamento estratégico para o desenvolvimento de produtos sustentáveis das fases iniciais de planejamento do projeto até a distribuição/lançamento do produto no mercado;

Depois da etapa de classificação por área, os passos seguintes que foram empregados nesta revisão bibliográfica sistemática correspondem ao trabalho de exploração do material (codificação, classificação e categorização às questões da pesquisa) e o tratamento dos resultados (objetividade e fidelidade). Para finalmente entregar a interpretação dos artigos e desenvolvimento da discussão e conclusão.

A codificação corresponde na construção da matriz de classificação por áreas, onde as pesquisas encontradas foram apresentadas pela concentração dos grupos de palavras-chaves. Após a classificação, foram averiguados o número de presenças nas 5 áreas do conhecimento com a função de distinguir entre os temas quais eram os mais frequentes e quais eram os temas mais próximos, ou seja, quais foram as coocorrências e o direcionamento entre as disciplinas.

A presença refere-se ao enquadramento de cada pesquisa dentro da área de conhecimento correspondente. Nesta análise de conteúdo, cada presença recebeu o mesmo peso de importância, 1 ponto. Baseando-se no resultado quantitativo da presença, apresentou-se a frequência em índice de porcentagem. Conseqüentemente, foi possível distinguir a coocorrência de cada área de conhecimento pela classificada de um mesmo artigo em diversas áreas de conhecimento. Por este motivo, a coocorrência diz respeito ao número de presença linear na matriz. Gerando base para visualizar qual é o direcionamento da distribuição da concentração das pesquisas dentro das 5 áreas de conhecimento, ponderação e identificando o relacionamento entre os temas analisados. A figura 4 ilustra a codificação os sentidos de interpretação das classificações das pesquisas.

		Presença				
Grupo	Autor	Área 1	Área 2	Área 3	Área 4	Área 5
Nome do grupo	1 Nome do(s) autor(es), ano	✗		✗		
	2	✗		✗		
	3				✗	
	4	✗				✗

← Direcionamento →
 ↑ Frequência ↓

Figura 4 – Codificação dos resultados.
Fonte: autora.

No exemplo da figura 4, a área com maior frequência seriam, respectivamente: área 1 (42,85%); área 3 (28,57%); área 4 (14,28%); área 5 (14,28%); área 2 (0%). A maior coocorrência seria entre a área 1 e 3, com direcionamento de concentração da área 5 (menor concentração) para a área 1 (maior concentração). Ainda na etapa de exploração do material, localiza-se a categorização onde ocorre a análise das informações em relação as questões problema descritas.

Por fim, estando as questões problema respondidas, o último passo refere-se ao tratamento dos resultados, cuja função é a aplicação da análise crítica do escopo de pesquisa. Desta forma, esta etapa consiste na interpretação dos escopos e finalidades, ou seja, condiz em observar em quais das pesquisas, o escopo do estudo conduziu para um novo direcionamento em futuras investigações e dentro destas, quais apresentaram instrumentos de apoio para o desenvolvimento destas futuras pesquisas. Aqui considera-se como instrumento de apoio a menção de conceitos e/ou ferramentas, métodos, modelos, entre outros caminhos que tornem a análise mais tangível.

2.1 RESULTADOS

Este tópico apresenta os resultados obtidos na pesquisa diante das etapas metodológicas descritas conceitualmente no item anterior.

2.1.1 Combinação interna das palavras-chave

A primeira disposição de combinações (com palavras-chave do mesmo grupo), no grupo *Product* totalizou 850 pesquisas. A palavra-chave com maior resultado foi a *Product Development Process* (PDP), com o total de 329 pesquisas obtidas. As 850 pesquisas foram avaliadas e classificadas conforme corresponderem ao escopo do estudo aqui proposto. Desta forma, o primeiro levantamento resultou em 169 pesquisas.

Nesta primeira etapa, o grupo *Sustainability* resultou em 6.164 pesquisas. Esse número elevado foi resultando, além da repetição na listagem, ao fato que mesmo limitando a pesquisa por área de interesse, o levantamento obteve artigos que eram direcionados a outras áreas de conhecimento. Assim, após análise e classificação dos trabalhos, o grupo finalizou com uma listagem de 412 pesquisas.

O grupo seguinte, *Consumption*, somou 1.086 pesquisas que resultaram após averiguação em 55 pesquisas. A redução do número de trabalhos derivou-se pelo fato que muitos desses se dedicavam a estudos específicos ou estudos de casos divergentes ao propósito da pesquisa. Dentre estes, ao fato da palavra *Sustainability* ser utilizado pela área de negócios como a capacidade que a empresa detém para manter sua competitividade e retorno financeiro no longo prazo de tempo, ou seja, nesse contexto a palavra *sustainability* esta relacionada à capacidade de reestruturação e adaptação das empresas às divergências do mercado (COASE, 1937).

2.1.2 Combinação externa das palavras-chave

Em seguida, desenvolveu-se a segunda disposição das palavras-chave (combinações entre os grupos). A partir dessa disposição, foi possível agregar mais discussões que na combinação interna dos grupos não foram identificadas. Ao todo, essa segunda etapa ampliou o resultado de busca com mais 1.750 pesquisas. Tendo como contribuição o resultado final de 209 pesquisas somadas.

Por fim, posteriormente ao trabalho das duas disposições nos três primeiros grupos, o mesmo procedimento de combinações (interna/externo), foi aplicado ao quarto grupo - grupo de palavras-chave. Adicionando 2.606 pesquisas ao levantamento bibliográfico. Dos quais 158 foram agregadas à lista de pesquisas relevantes. Desta forma, a busca totalizou 14.891 pesquisas, sendo desses 1.003 classificadas como relevantes para o melhor estudo na continuação das etapas da revisão sistemática para a análise de conteúdo.

2.1.3 Análise de Conteúdo

Após a etapa de aplicação e primeiro refinamento, os artigos encontrados foram filtrados por meio da análise de conteúdo que é um método qualitativo empregado para a descrição de conteúdo de modo objetivo. Com este refinamento, o total de pesquisas passou de 1.003 para o total de 465. Em seguida, as 465 pesquisas foram classificadas conforme as 5 áreas do conhecimento. Assim, com a filtragem pelo enquadramento nas áreas que o estudo foca, o número de artigos mais significantes para o tema em estudo resultou de 465 para 120 pesquisas como ilustrado na tabela 3. A tabela apresenta as 120 pesquisas e o seus respectivos enquadramentos por áreas, ordenadas de maneira cronológica e alfabética.

Grupo	Autor	A1	A2	A3	A4	A5
Product (grupo 1)	Luttrupp e Lagerstedt, 2006	X	X			
	Sakao e Shimomura, 2007				X	
	Choi et al., 2008		X			X
	Knight e Jenkins, 2009	X	X			
	Kuo et al., 2009	X				
	Collado-Ruiz e Ostad-Ahmad-Ghorabi, 2010	X	X			
	Melville, 2010		X			
	Yung et al., 2011	X	X			
	Whitefood et al., 2011		X			
	Cluzel et al., 2012	X	X			
	MacCormack et al., 2012	X				X
	Poudelet et al., 2012	X	X			X
	Curwen et al., 2013	X	X	X		
	Driessen et al., 2013	X	X		X	X
	Hallstedt et al., 2013	X				X
	Simões et al., 2013	X				X
	Albas et al., 2014	X	X			X
	Chang et al., 2014	X	X			
	Gmelin e Seuring, 2014(a)	X				
Bronus e Carvalho, 2015	X				X	
Rossi et al, 2016	X	X			X	
Sustainability (grupo 2)	Byggeth e Hochschomer, 2006	X			X	X

	Karlsson e Luttrupp, 2006	X	X			X
	Pujari, 2006	X	X			X
	Clay et al., 2007	X	X	X	X	
	Korhonen, 2007	X	X			
	Nielsen, 2007	X				
	Marchand e Walker, 2008	X			X	
	Seuring e Müller, 2008	X	X			
	Moore e Manring, 2009	X				X
	Dangelico e Pontrandolfo, 2010				X	X
	Hallstedt et al., 2010	X				X
	Huetting, 2010		X			
	Spaingenberg et al., 2010	X	X			X
	Bratt et al., 2011	X	X		X	X
	Lozano e Husingh, 2011	X	X	X	X	
	Abreu et al., 2012	X	X	X		
	Despeisse et al., 2012	X				
	Sharma e Iyer, 2012	X				X
	Tsai, 2012	X				X
	Deutz et al., 2013	X				
	Tseng e Hung, 2013	X	X		X	X
	Akenji, 2014				X	
	Brook e Pagnanelli, 2014	X	X	X		X
	Brones et al, 2014	X	X			X
	Dendler, 2014	X			X	X
	Klewitz e Hansen, 2014	X	X			X
	Lindahl et al., 2014	X				X
	Maletič et al, 2014		X			X
	Medeiros et al, 2014	X				X
	Jabbour et al., 2015	X	X	X		
	Russell-Smith, 2015	X	X			X
	Jasti, 2015	X				X
	Dekoninck et al, 2016	X	X			X
	Loiseau et al, 2016		X	X		
	Luis et al, 2016	X	X	X		
	Rodrigues et l 2016	X	X			X
	Zetterlund et al 2016	X	X			X
	Hallstedt, 2017	X	X			X
	Brones et al, 2017	X	X			X
Consumption (grupo 3)	Hartmann e Ibáñez, 2006		X		X	
	Prothero et al., 2010				X	
	Sharma et al., 2010		X		X	
	Cronin et al., 2011		X			X
	Mariadoss et al., 2011	X			X	
	Michaud e Llerema, 2011	X			X	
	Chen e Chang, 2012				X	
	Lin e Huang, 2012	X			X	
	Luzio e Lemke, 2013	X			X	X
	Kumar e Christodouloupoulou, 2014				X	X
	Lockrey, 2015		X		X	X
	Medeiros et al., 2016	X			X	
	Palavras- chave resultantes (grupo 4)	Bosk e Diehl, 2006	X			
Maxwell et al., 2006		X				
Waage, 2007		X				
Carlson e Rafinejad, 2008		X			X	X
Diwekar e Shastri, 2010		X	X			

	Segalas et al., 2010					X
	Deif, 2011		X			X
	Niinimäki e Hassi, 2011.	X			X	X
	Sacharin, 2011				X	
	Santolaria et al., 2011	X				X
	Mitsch, 2012	X				
	Kunz et al., 2013	X				X
	Oxborrow e Brindley, 2013	X				X
	Alwi et al., 2014			X		
	Bocken et al., 2014	X				
	Ceschin et al., 2014	X		X		X
	Dhingra et al., 2014	X	X			X
	Fagnoli et al., 2014	X	X		X	
	Gremyr et al., 2014	X				
	Johansson e Sundin, 2014	X				
	Macdonald e She, 2015	X	X		X	
	Pacelli et al., 2015		X			X
	Salazar et al., 2015	X	X		X	
	Logoni e Cagliano, 2015				X	X
	Vezzoli et al., 2015	X	X			
	Ceschin e Gaziulusoy, 2016	X	X			
Entre grupos (disposição 2)	Geum e Park, 2011	X				
	Hatcher et al., 2011	X	X			
	Melles e Mistic, 2011	X	X			X
	Eskandarpour et al., 2012	X				
	Gaziulusoy et al., 2013	X				
	Jørgensen et al., 2013			X		
	Moon et al., 2013	X	X			
	Pigosso et al., 2013	X	X			X
	Bakker et al., 2014	X				
	Clark et al., 2014				X	X
	Gmelin e Seuring, 2014 (b)	X	X	X		
	Lorek e Spangenberg, 2014	X				X
	Almeida et al., 2015	X	X			X
	Chou et al., 2015	X				
	O'Rourke e Lollo, 2015				X	X
	Ritter et al., 2015	X			X	X
	Sprodet et al., 2015	X				
	Wang e Chan, 2015	X				
	Almeida et al., 2017	X	X	X	X	
	Dangelico et al., 2017	X	X			X
Hallstedt e Isaksson, 2017	X	X			X	
Schöggl et al., 2017	X	X			X	

Tabela 3 – Lista de pesquisas categorizadas por área.

Fonte: Autores.

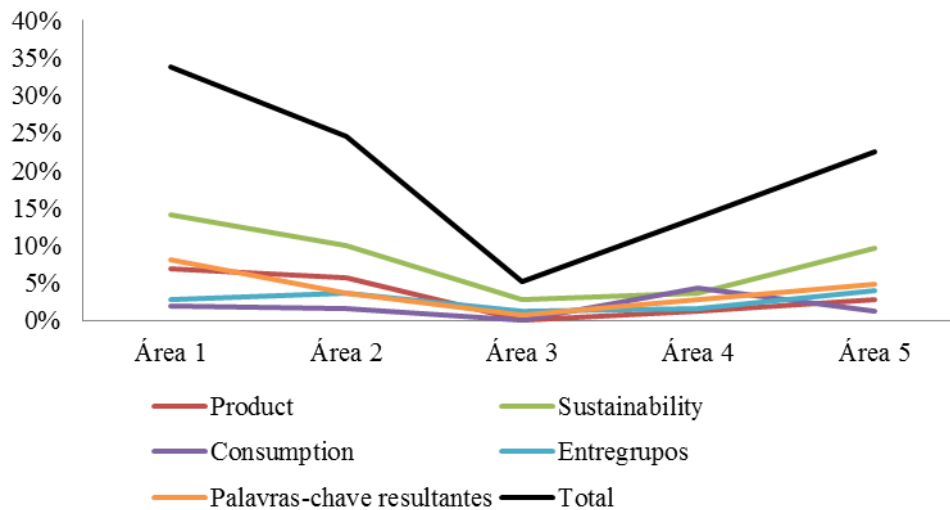


Gráfico 1 – Índice de áreas por grupo.
Fonte: autora.

A partir da codificação destes 120 trabalhos, observou o percentual de frequência, conforme ilustra o gráfico 1. O índice de maior percentual por enquadramento nas cinco áreas resultou, respectivamente, em: área 1 (33,87%); área 2 (24,6%); área 5 (22,58%); área 4 (13,70%) e área 3 (5,25%). Com base nestas evidências, foram desempenhadas as análises de coocorrência e direcionamento da distribuição da concentração das pesquisas dentro das 5 áreas de conhecimento. A tabela 4 mostra o resultado da coocorrência e o direcionamento. Neste, é possível observar que a coocorrência com maior índice foi entre as áreas A1-A2. Portanto o direcionamento da distribuição das concentrações das pesquisas analisadas seguiu o sentido a área 5 (concentrações menores que 50%) para a área 1 (concentrações maiores que 50%).

x	A1	A2	A3	A4	A5
A5	24%	16%	1%	7%	
A4	11%	6%	2%		
A3	5%	5%			
A2	25%				
Total	65%	52%	13%	26%	48%
Direcionamento	+ ← -				

Tabela 4 – Coocorrência e direcionamento.
Fonte: Autores.

Logo, para responder a QP3, observa-se que a área 3 (que abrange o desenvolvimento de produtos pela perspectiva da dimensão social) atingiu o menor percentual, seguida pela área 4 (o consumo de produtos sustentáveis), ou seja, ambas configuram-se como os campos de pesquisa que mais carecem de aprofundamento. É importante salientar que este resultado não representa o total de pesquisas publicadas em journals de academias de marketing e

análise de perfil de comportamento do consumidor. O índice obtido diz respeito ao número de pesquisas que abrangem o consumo de produtos sustentáveis pela visão do PDP e dos fatores que podem vir a interferir no projeto ou plano de produção. Em outras palavras, objetiva analisar quais critérios devem ser empregados para tornar um produto sustentável mais atraente ao consumidor final. Em contraste e respondendo a QP1, a área com maior abordagem foi à área 1, devido ao denso número de pesquisas dedicadas a apresentar novas ferramentas/métodos/modelos aplicados ao PDP até a fase de produção. Seguida pelas áreas 2 (que aborda o PDP ambientalmente sustentável). E, para a QP2, foi alcançado um índice de frequência de 22,58% na área 5.

Com base nestas evidências, a análise crítica do escopo de pesquisa pode afirmar que o resultado final do tratamento das pesquisas sombreou três campos do conhecimento: PDP integrado à sustentabilidade (A1, A2, A3), Consumo (A4) e Planejamento Estratégico (A5). Sendo que os elos entre as pesquisas demonstraram que os principais fatores facilitados para a integração da sustentabilidade ao PDP são o uso de ferramentas para o desenvolvimento de produtos e processos, análise do perfil do consumidor, estratégias de mercado, estratégias de marketing e análise de valor. Como principal dificuldade foi encontrada a falta de ferramentas para o estabelecimento de um planejamento estratégico para a implementação de melhorias organizacionais e tecnológicas sustentáveis ao contexto das empresas. Fator confirmado quando analisado que nenhuma das pesquisas obtidas pelo recorte da revisão bibliográfica sistemática teve presença em todas as áreas. Apontando uma lacuna entre as pesquisas sobre PDP sustentáveis alinhados com o planejamento estratégico.

Assim, em virtude de construir uma base para a pesquisa que foi desenvolvida posteriormente, a análise crítica seguiu focada apenas nas pesquisas que tiveram presença na área 5. Desta foram, a interpretação dos escopos e finalidades trabalhou com 59 pesquisas. Destas 59 pesquisas, apenas 18 apresentaram como finalidade o um novo direcionamento para investigações, suprindo de instrumentos de apoio. Por esta razão, somente estas 18 pesquisas foram analisadas com mais profundidade. Tendo suas contribuições apresentadas de modo detalhado na seção discussão.

2.1.4 Análise de Desenvolvimento

Além das análises que o estudo se propôs em obter, a análise de conteúdo foi estendida para avaliar como ocorreu o desenvolvimento do estudo ao longo do recorte temporal

empregado. Assim sendo, a tabela 5 demonstra o avanço nas publicações das pesquisas, distinguindo-as pelos grupos correspondentes.

Grupos/Ano	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Total
Product	1	1	1	2	2	2	3	4	3	1	1		21
Sustainability	3	3	2	1	4	2	4	2	8	3	5	2	39
Consumption	1				2	3	2	1	1	1	1		12
Palavras-chave resultantes	2	1	1		2	4	1	2	7	5	1		26
Entre grupos						3	1	4	4	6		4	22
Total	7	5	4	3	10	14	11	13	23	16	8	7	120

Tabela 5 – Número de artigos por ano.

Fonte: autora.

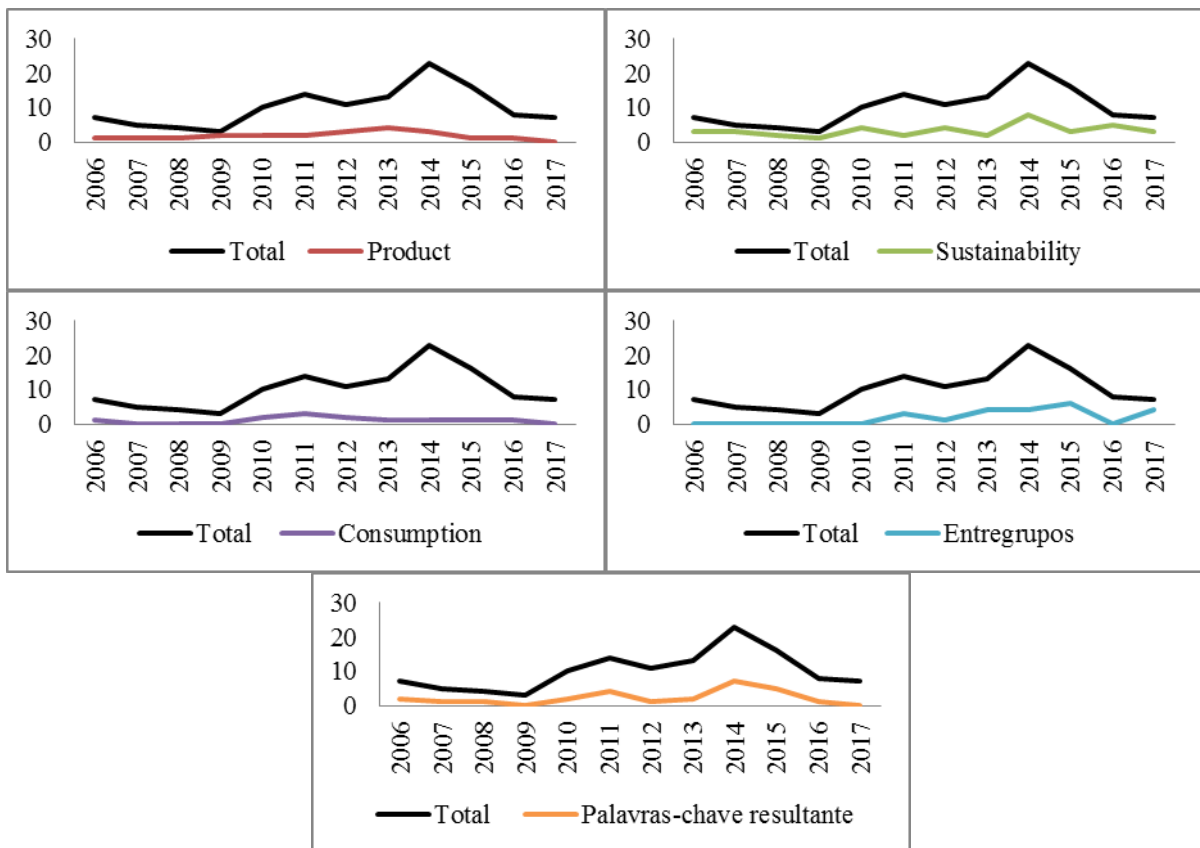
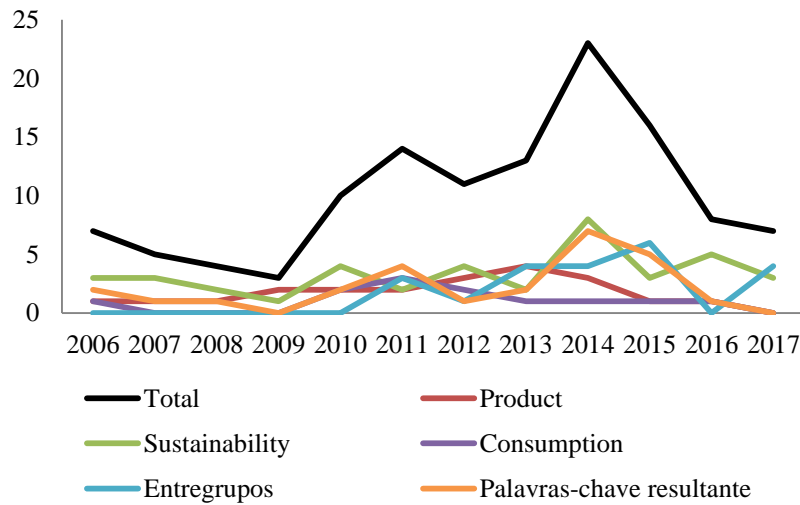


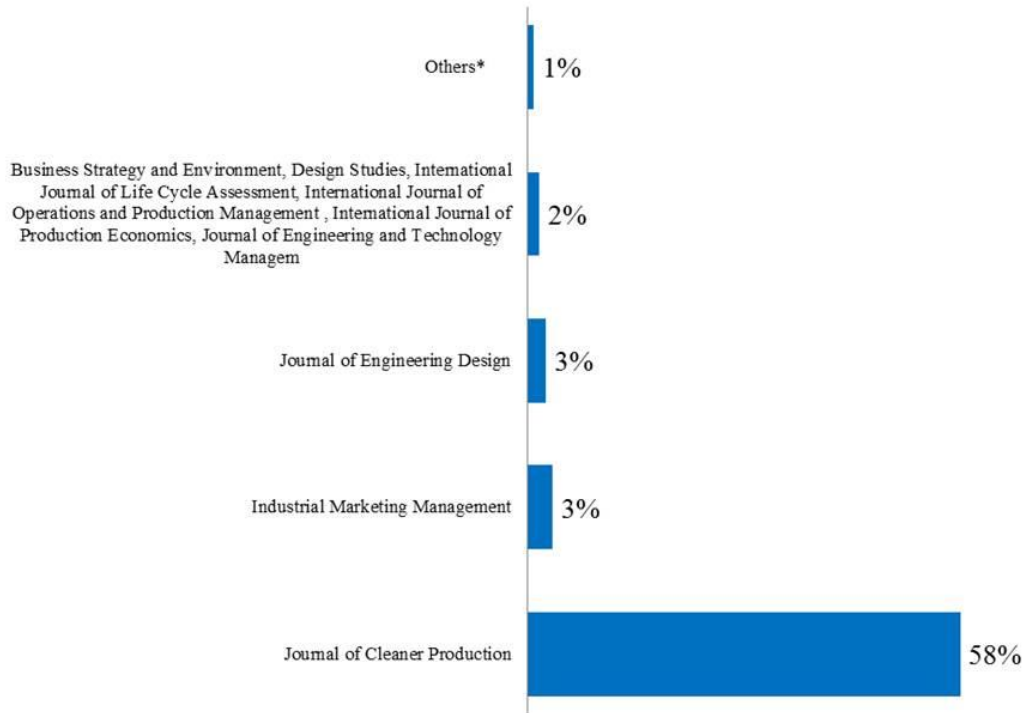
Gráfico 2 – Índices de publicação por grupo x ano

Fonte: autora.

A tabela 5 mostra o crescimento do número de publicações. O índice total de avanço entre as 120 pesquisas por ano após a análise de conteúdo demonstrou ser mais expressivo a partir de 2010, tendo uma retração a partir de 2016, quando um novo direcionamento de estudo foi apresentado. Então, pode-se observar que o interesse no assunto não diminuiu, apenas seguiu uma nova perspectiva, melhor descrita a seguir. O gráfico 2, mostra o desenvolvimento das publicações em cada ano por grupo, sendo seguido de gráficos com a ilustração separada de cada grupo e a combinação externa (entre grupos).

Em relação ao número de revistas em que as 120 pesquisas totalizadas foram apresentadas, conforme ilustra o gráfico 3, é possível observar que ao final foram 33 revistas envolvidas no estudo. Destas, a grande maioria das pesquisas pertence ao *Journal of Cleaner Production*. No entanto, deve-se ressaltar que apesar das pesquisas serem em grande maioria atribuídas a uma revista, há uma segunda importância de pesquisas atribuídas ao *Journal of Engineering Design* e ao *Industrial Marketing Management*. Completando com uma diversidade de journals onde cada um destes apresentou uma pesquisa. Logo, percebe-se que o desenvolvimento de conhecimentos para o desenvolvimento de produtos sustentáveis está dividido, ainda que com índice menor, em vários periódicos. Demonstrando ser um foco de estudo multidisciplinar.

Por conseguinte, além dessas observações apresentadas, foi possível observar a divisão geográfica do desenvolvimento do estudo. Conforme o gráfico 4, ao todo são 27 países. O continente com maior concentração por número de países envolvidos foi o Europeu com o total de 13 países, em seguida foi o continente asiático com 6 países. Com relação ao índice de pesquisas por continente, a Europa também é o continente com o maior número de pesquisas realizadas. Já em relação ao número de pesquisas por país, Estados Unidos foi a nação que mais contribuiu ao campo acadêmico com o total de 26 pesquisas.



* Expert Systems with Application, MIS Quartely, Journal of Industrial Ecology, Concurrent Engineering: Research and Applications, Research-Technology-Management, Clothing and Textiles Research Journal, IEEE Transactions on Engineering Management, Technovation, Benchmarking: An International Journal, Marketing Intelligence & Planning, Journal of Macromarketing, Journal of the Academy of Marketing Science,, Management Decision, European Business Review, CoDesign, Industrial Management &Data Systems, Annual Review of Environment and resources, European Journal of Operational Research, Bulletin of Science, Technology e Society, Ecological Engineering, European Journal of Innovation Management, International Journal of Design, Computers and Chemical Engineering, Scientometrics.

Gráfico 3 – Revistas publicadas
 Fonte: autora.

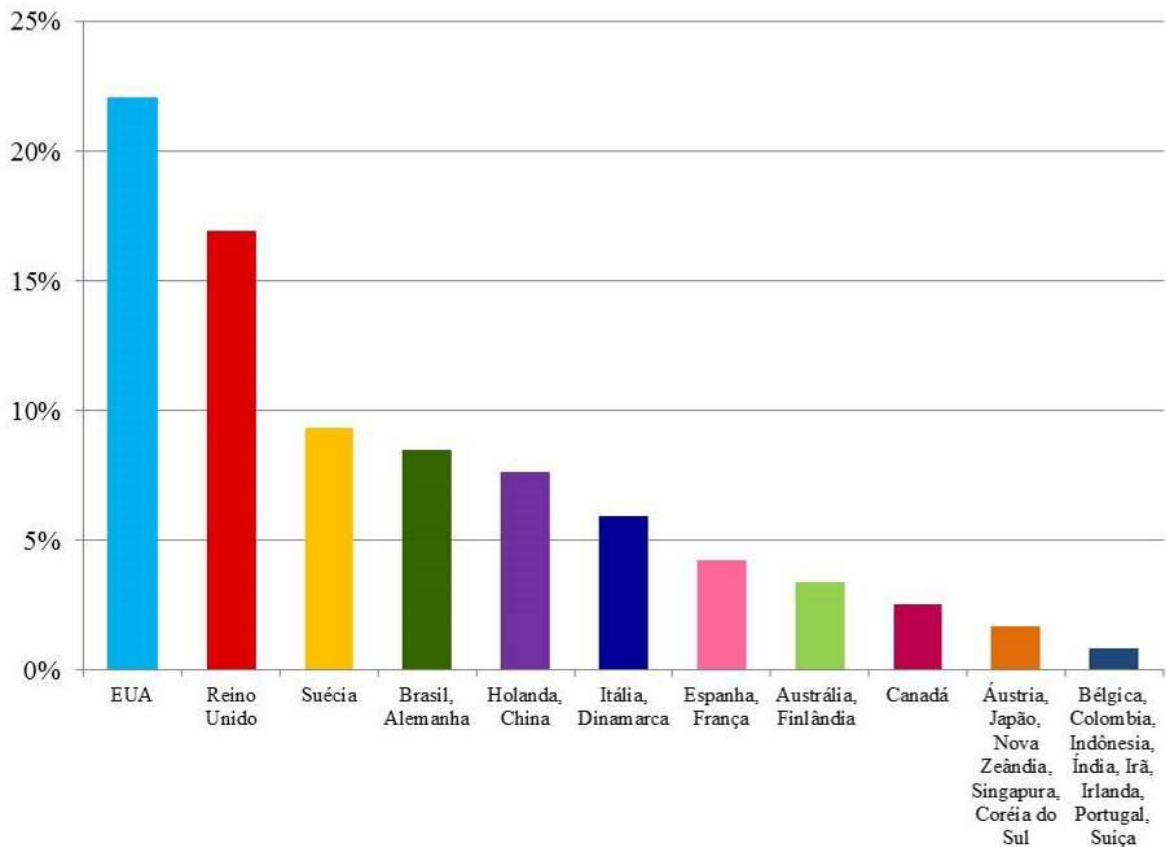


Gráfico 4 – Distribuição geográfica.
 Fonte: autora.

2.2 DISCUSSÃO

Esta seção é dedicada a abordagem de fatores relevantes obtidos pela pesquisa bibliográfica sistemática que são considerados como direcionamentos possíveis para futuras pesquisas. Dentre eles, há direcionamentos que são mencionados pela maioria das pesquisas, tais como: aprimorar a avaliação dos impactos ambientais no produto final (COLLADO-RUIZ e OSTAD-AHMAD-GHORABI, 2010). Aprimorar ferramentas de concepção ecológica e metodologias visando torná-las mais simples e fáceis de usar (YUNG et al., 2011). Nesta linha, ainda há pesquisas que argumentam a necessidade de avanços para compreender melhor quais são os fatores que facilitam ou dificultam a implantação da sustentabilidade e como esses fatores influenciam as decisões políticas ou industriais das empresas (WHITEFOOD et al., 2011). Outros estudos apontaram que pesquisas futuras devem identificar os mecanismos que estabelecem orientação para o mercado sobre a perspectiva da sustentabilidade, como argumenta Clark et al. (2014), é preciso aprofundar qual é o papel da orientação de mercado na identificação da necessidade de produtos e serviços ambientalmente sustentáveis, ou seja, como os clientes se tornam mais conscientes da necessidade global de optar pelo consumo ecologicamente correto. Estudos futuros, também podem considerar o uso de métodos quantitativos para fortalecer o desenvolvimento de produtos sustentáveis (DRIESSEN et al., 2013, LUZIO e LEMKE, 2013).

Contudo, alguns estudos argumentaram áreas para futuras pesquisas de modo mais específico, entre estas podemos observar Luzio e Lemke (2013), expondo que pesquisas futuras devem explorar os fatores-chave - ou dimensões - dos produtos verdes pela ótica de buscar identificar quais fatores / características / aspectos que fazer um produto ser considerado verde. E mais a frente, como tais novos produtos ambientalmente corretos serão distintos entre produtos mais ecológicos (PUJARI, 2006).

A investigação sobre os conflitos para a aceitação da implantação da sustentabilidade entre as partes interessadas também gera uma oportunidade para as futuras pesquisas (DRIESSEN et al., 2013). Identificação dos fatores organizacionais (como a cultura, estrutura hierárquica, etc.) que podem influenciar a implementação de concepção ecológica dentro da empresa é uma das ramificações oportunas para futuros estudos (PIGOSSO et al., 2013). Assim como, a investigação sobre os argumentos e métodos que as empresas poderiam usar para selecionar opções de trabalhar com a sustentabilidade adequadamente em relação ao seu contexto, considerando o processamento de obtenção de informações (ALBAS et al., 2014; YUNG et al., 2011). Isso necessitará do envolvimento dos departamentos

organizacionais, como a gestão, vendas e marketing, aliados aos departamentos de design, engenharia de projeto, produção. Construindo uma equipe multidisciplinar (ALBAS et al., 2014; YUNG et al., 2011; KNIGHT e JENKINS, 2009). Pelo lado acadêmico, futuras pesquisas poderiam incidir sobre as lacunas conceituais e disciplinares entre áreas funcionais (engenharia, design, entre outras) e organizacionais (marketing, vendas, etc) nos objetivos organizacionais de sustentabilidade (SHARMA et al., 2010). Voltado ao lado empresarial, estudos futuros necessitam observar os efeitos diretos e indiretos nas ligações entre sustentabilidade e desempenho da empresa, avaliando a importância relativa de uma marca orientada para a sustentabilidade (KUMAR e CHRISTODOULOPOULOU, 2014; PIGOSSO et al., 2013; SHARMA et al., 2010).

Por última análise, entre as pesquisas mais relevantes em relação à integração da sustentabilidade no PDP sobre o ponto de visão do planejamento estratégico (segunda questão) destacaram-se 18 estudos. Essas pesquisas são contribuições representativas do novo direcionamento do desenvolvimento do tema, responsáveis pela retração em termos de quantidades de estudos publicados nos anos de 2016 e 2017. Assim, os 18 estudos são melhores descritos a seguir:

i) Hallstedt et al. (2010) argumentam que para as empresas obterem sucesso na integração de sustentabilidade, estas devem relacionar os desafios de sustentabilidade estratégica de longo prazo aos desafios táticos de negócios de curto prazo, encontrando múltiplas formas de como melhorar os objetivos e planos de negócios. Assim como, gerar apoio com incentivos e desincentivos internos adequados para facilitar o monitoramento da implementação e por meio de ferramentas de suporte à decisão, gerenciamento e desenvolvimento de produtos.

ii) Bratt et al (2011) apontam deficiências na teoria, processo e prática de rotulagem ecológica dos produtos. Gerando dificuldades para o desenvolvimento sustentável uma vez que dificultam a coesão, apoio, transparência e compreensão. Um dos motivos abordados para o problema é a falta de definição operacional de sustentabilidade, e uma declaração de objetivos para direcionar e gerenciar os processos de desenvolvimento de critérios.

iii) Deif (2011) evidência em seu estudo que com a conscientização global sobre os riscos ambientais e a competição por meio da eficiência, os sistemas de fabricação estão evoluindo para um novo paradigma onde o green manufacturing deve ser arquitetado baseando-se no projeto, planejamento e controle das atividades de fabricação a fim que o processo de melhoria seja desempenhado em diferentes estágios envolvendo o aspecto operacional, de processo e, concluindo no aspecto de sistema. Buscar melhor compreender essa alteração é uma possibilidade de incrementar a literatura do tema.

iv) Santolaria et al. (2011) com base o estudo empírico por estes realizados, identificou-se que existe uma ligação entre desempenho de inovação e práticas de ecodesign, causando uma nova maneira de entregar e capturar valor para produtos, processos e serviços, ou seja, gerando uma mudança nas bases conceituais sobre a competitividade.

v) Hallstedt et al. (2013), propõem um modelo que visa implementar a sustentabilidade pela perspectiva estratégica nas fases iniciais do processo de inovação de produtos para alicerçar e apoiar a tomada de decisões de longo prazo. O modelo se estrutura em oito elementos-chave divididos em quatro categorias: organização, processos internos, funções e ferramentas.

vi) Pigozzo et al. (2013) argumentam que ainda há sombreamentos em como as empresas devem gerenciar a integração da concepção ecológica nos processos de negócios, com base em um quadro de melhoria contínua de seus produtos. Apontando que estudos futuros podem se dedicar a aprofundar a análise e descrição de como identificar os fatores organizacionais (cultura, estrutura hierárquica, etc.) que interferem na implementação do ecodesign. Também, a falta de um quadro com indicadores de desempenho para definir, avaliar e monitorar o desempenho dos projetos de melhoria é outra possibilidade de estudo, assim como, a pesquisa em averiguar como estabelecer o orçamento financeiro para a implementação do ecodesign nas atividades da empresa.

vii) Brones et al (2014) enfatizam que os princípios de gerenciamento de projetos (por exemplo, gerenciamento de integração de projetos, escopo, tempo, custo, riscos e compras, qualidade, comunicações e gestão de recursos humanos) são abordados de forma limitada em pesquisas sobre ecodesign. Revelando ser uma lacuna literária que se complementada poderia,

além de atualizar as abordagens de concepção ecológica vigentes e aumentar a eficácia do design ecológico no PDP, apresentar uma nova perspectiva para integrar a sustentabilidade ao PDP. Sendo uma extensão lógica da prática moderna do desenvolvimento de produtos integrados, cujo objetivo seria trabalhar com o tema nas fases iniciais do projeto e de modo progressivo, em estágios, visando incluir questões como a análise do ciclo de vida, qualidade, manufaturabilidade, confiabilidade, manutenção, ambiente e segurança.

viii) Brook e Pagnanelli (2014) abordam sobre como integrar e gerenciar a sustentabilidade no portfólio de projetos de inovação ao longo da fase de análise estratégica para melhorar a eficácia da tomada de decisão durante a fase de desenvolvimento dos projetos. Neste contexto, os respectivos autores criticam o modo como é realizado o gerenciamento de portfólio, pois este tende a se concentrar principalmente em inovações nas dimensões de tecnologia, processo e produto. Negligenciando outras dimensões da inovação, como as apontadas: modelo de negócios e design da organização. Para os autores, é esta falta de atenção a responsável por reduzir o retorno do investimento em inovação. Do contrário, o estudo salienta que se fossem empenhados reforços para manter um relacionamento entre essas dimensões, a inovação organizacional seria voltada para o desenvolvimento de novas capacidades organizacionais refletidas no desenvolvimento de novos produtos essencialmente mais sustentáveis.

ix) Klewitz e Hansen (2014) argumentam que quando as empresas começam a acrescentar a temática sustentável em seus planos, estas desenvolvem níveis de maturidade comportamentais que varia de resistência, reativa, antecipada e baseada em inovação, baseada em sustentabilidade. Sendo a divergência nesses comportamentos resultantes da falta de discussões teóricas direcionadas para essas empresas, cujos objetivos deveriam ser o traçado de direções para o gerenciamento dos aspectos sustentáveis (econômicos, sociais e ecológicos) na inovação de produtos, que são melhorias ou desenvolvimentos inteiramente novos de produtos e serviços; inovações de processos, com o objetivo de aumentar a eco-eficiência e inovações organizacionais que implicam na reorganização de rotinas e estruturas dentro da empresa e novas formas de gestão. Assim, pode-se observar que na análise desses autores, a inovação do modelo de negócios é o fator que permite as empresas integrar melhor a sustentabilidade no core business e, conseqüentemente, no produto ofertado.

x) **Lockrey (2015)** analisando o PDP sobre uma perspectiva de estratégia de marketing do ciclo de vida, o autor salienta que há uma falta de definição estas estratégias para as empresas que as executam, podendo conduzir projetos bem-intencionados às observações incorretas do mercado, e posteriormente, incoerências no desenvolvimento de novos produtos. Assim, o autor argumenta possíveis caminhos para pesquisas futuras são a compreensão e estruturação de uma nova estrutura de desenvolvimento de produtos, objetivando explorar onde a estratégia de marketing do ciclo de vida pode ser incluída nas organizações; análise da relação entre a proatividade, competência ecológica organizacional e gerencial; orientação do mercado influenciando o desenvolvimento de produtos ecologicamente conscientes; abordagens organizacionais para o desenvolvimento consciente de novos produtos ecológicos e colaboração como facilitador.

xi) **Dekoninck et al (2016)** observaram cinco áreas (estratégia, ferramentas, colaboração, gerenciamento e conhecimento) como a fonte da divergência da velocidade entre o foco contínuo no desenvolvimento de pesquisas direcionadas ao design ecológico e a sua utilização na indústria. Pela visão dos autores, a divergência que causa a baixa implementação no uso dessas ferramentas é a escassez de informações bibliográficas sobre como integrar o design ecológico ao contexto da empresa, ou seja, o valor do estudo dos autores se concentra em demonstrar que não é a quantidade de ferramentas operacionais elaboradas que vai atrair mais empresas a abrangerem questões sustentáveis, mas sim o grau de relacionamento e proximidade destas em auxiliar e solucionar problemas organizacionais e de tomada de decisão.

xii) **Rodrigues et al (2016)**, destacam que o desempenho do PDP para somar questões sustentáveis ainda está sendo discutida em termos de características físicas do produto, eficiência técnica e retornos financeiros. Deixando uma lacuna sobre a abordagem de processo versus produto, orientada para estabelecer o raciocínio fundamental de como o design ecológico pode verdadeiramente melhorar o desempenho de sustentabilidade de uma organização como um todo ao invés de um produto ou uma categoria destes.

xiii) **Rossi et al (2016)** criticam as ferramentas de ecodesign com espoco de gerar modificações nas características do produto uma vez que estas são incapazes de identificar modificações viáveis em relação aos aspectos organizacionais (estrutura, caráter

multifuncional do pessoal, cooperação entre departamentos) de mercado e legislativos (dificuldade na identificação dos benefícios do mercado, obrigatoriedades e na interpretação correta das necessidades dos consumidores). Consequentemente, apenas as modificações mínimas do produto podem ser avaliadas. Logo, os autores salientam que é preciso advir melhorias em termos de estratégia nas características de ferramentas e métodos para permitir a análise de multiobjetivos nas fases iniciais do PDP, inclusão de aspectos do mercado e econômicos. E, também é necessário, em virtude da integração efetiva da sustentabilidade, a elaboração de uma equipe multifuncional para garantir a conscientização e a colaboração de pessoas com diferentes habilidades e conhecimentos, visando principalmente aumentar a possibilidade de resolver problemas e estruturar modelos de negócios para apoiar as inovações sustentáveis.

xiv) Zeterlund et al (2016), argumentam que o desafio mais relevante para a implementação da sustentabilidade no desenvolvimento de produtos é oriundo da imaturidade que os métodos / ferramentas possui para apoiar e traduzir as considerações de sustentabilidade teóricas para a prática, incluindo a falta de abordagem das dimensões social e econômica (estratégica).

xv) Brones et al (2017) abordaram em seu estudo um quadro conceitual para a transição das praticas empresarias rumo ao ecodesign. Esta perspectiva literária se baseou no fosso, muitas vezes retratado nas pesquisas recentes, sobre a cultura da empresa e seus os fatores humanos. Mais especificamente sobre como as complexidades organizacionais e a falta de vontade para cooperar e adotar valores e crenças da sustentabilidade podem representar as principais resistências à mudança para adequar da empresa às praticas de ecodesign. Assim, os autores apontam que há uma carência em pesquisas que retratem modelos de Gestão de Transição de concepção ecológica voltados à ajudar as empresas a evoluir para um processo de inovação de produtos sustentável mais efetivo, pela visão estratégica do gerenciamento de negócios.

xvi) Dangelico et al (2017) argumentam que apesar da sustentabilidade ambiental pode ser identificada como um dos principais motivadores da inovação, a literatura sobre inovação verde e ecodesign em empresas de manufatura ainda não possui uma estrutura capaz de fornecer informações específicas sobre como operar o processo de inovação. E, tendo como

base esta perspectiva, os autores indicam que estudos futuros poderiam abranger o gerenciamento estratégico visando aprimorar as capacidades dos membros da equipe de desenvolvimento de produtos a fim de incrementar a pesquisa e desenvolvimento ambientais (P & D), promover a colaboração multifuncional entre os departamentos das empresas por meio do intercâmbio de conhecimentos e competências ambientais para reconfigurar a estrutura organizacional.

xvii) Hallstedt (2017) em seu estudo cujo escopo é aumentar as habilidades dos tomadores de decisões para melhor apoiar as escolhas estratégicas no processo de inovação de produtos com foco na sustentabilidade nas fases iniciais do PDP e, assim, contribuir para elevar a proatividade e o retorno dos investimentos em relação às questões de sustentabilidade nas empresas, enfatiza que a perspectiva de longo prazo é pouco considerada na estrutura das ferramentas de suporte usadas pelas equipes de desenvolvimento de produtos, ou seja, tal lacuna representa um possível direcionamento para pesquisas futuras, pois quando um projeto de produto não considera o planejamento estratégico de longo prazo, podem surgir problemas mais tarde que afetem na significância do avanço que o produto propôs rumo a uma sociedade mais sustentável. Neste contexto, inclui-se mais investigações sobre a perspectiva de valor e risco e como estes podem se relacionar com os critérios de sustentabilidade agregados ao produto.

xviii) Shöggl et al (2017) discutem que a falta de informação e o alto grau de incerteza atrelados aos objetivos do desenvolvimento sustentável, inibem o uso das ferramentas tradicionais de avaliação de sustentabilidade dentro do PDP, especialmente durante as fases iniciais. Como resultado, observa-se que, em maioria, as ferramentas usadas no design sustentável se concentram apenas em trabalhar uma dimensão de sustentabilidade, a ambiental. Deixando de lado outros aspectos que poderiam contribuir para uma abordagem mais efetiva no processo de inovação, como a abordagem quantitativa sobre materiais, processos e custo. Atrelados ao planejamento do desenvolvimento de produtos.

Portanto, observa-se que a principal preocupação retratada nas últimas pesquisas não se atenta ao desenvolvimento de novas ferramentas ou metodologias, mas sim em aproximar estes conhecimentos ao cotidiano das empresas, facilitando a aplicação e gerando apoio a tomada de decisão.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esta seção é dedicada à apresentação da revisão bibliográfica que constitui a fundamentação teórica para o desenvolvimento desta dissertação sobre o desenvolvimento de produtos sustentáveis, abordando assuntos como: desenvolvimento sustentável, estratégia, vantagem competitiva, planejamento estratégico, metodologias, modelos e ferramentas para o processo de desenvolvimento de produtos sustentáveis, finalizando com a definição de produto sustentável e modelos de maturidade. Sendo assim, esta seção é constituída por sete partes principais, algumas destas estruturadas por subseções.

3.1 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

A sustentabilidade é um conceito multidisciplinar que começou a ser discutido com mais ênfase no início da década de 1970, no Clube de Roma, Itália. Neste período, foi lançado o relatório “Os Limites do Crescimento” (MEADOWS *et al.*, 1973). O documento criticava o sistema de produção de bens vigente, gerador de poluição e degradação dos recursos naturais, apontando que este poderá limitar o crescimento econômico. O conceito que o desenvolvimento deve agregar a proteção ao meio ambiente em prol do contínuo crescimento econômico foi apresentado em 1972, pela Conferencia das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente, em Estocolmo (KATES *et al.*, 2005). No entanto, o conceito de desenvolvimento sustentável se difundiu a partir do relatório “Nosso Futuro Comum”, da Comissão Mundial de Desenvolvimento e Meio Ambiente das Nações Unidas, também denominado de Relatório Brundtland (1987). No documento é argumentado que o desenvolvimento sustentável é a capacidade de “atender às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das futuras gerações atenderem às suas próprias necessidades” (WCED, 1987). Contudo, como afirmado anteriormente, a definição de 1987 não especificou nenhum aspecto para direcionar as futuras atividades, centrando sua relevância apenas nas questões de igualdade entre gerações e preservação dos recursos naturais, proporcionando pouca orientação sobre sua aplicação pelas organizações e quais são suas responsabilidades, dificultando a identificação dos seus papéis dentro desse novo entendimento de desenvolvimento (PETALA *et al.*, 2010; KORHONEN, 2007; PUJARI, 2006; KATES *et al.*, 2005; HART, 1995; SHRIVASTAVA, 1995; STARIKANDRANDS, 1995). Portanto, o conceito de desenvolvimento sustentável

permaneceu dinâmico, permitindo que sua evolução fosse se ajustado às diferentes circunstâncias.

Até a Eco'92, o tema era tratado pelas empresas como um desafio para “esverdear” os negócios, visando ser mais eficiente (aumentar a produção), reduzindo custos (produzir com menos). Dando início a abordagem da Ecoeficiência (ELKINGTON, 1987). Neste sentido, o capitalismo sustentável que começava a ser exercitado precisava de definições concretas sobre as novas visões de igualdade social, justiça ambiental e ética empresarial (ELKINGTON, 1987). Assim, a noção conceitual que operacionaliza o desenvolvimento sustentável nos aspectos *planet, people e profit* (ambiental, pessoas – social; e lucro - econômico), é apresentada em 1998, por Elkington, que denominou de Triple Botton Line (3BL) ou Tripé da Sustentabilidade. Este descreve que o desenvolvimento sustentável só se é atingido quando há uma melhoria integrada e equivalente nos pilares ambiental, social e econômico, que constroem o 3BL.

A definição originada por Elkington é a mais referenciada e serve de base para inúmeros debates. Entretanto, devido não haver uma definição oficial sobre o assunto, foram gerados diversas interpretações sobre o mesmo. Algumas a conceituam conforme o seu contexto, outras são mais genéricas, com foco de aplicação em múltiplas áreas, e a ainda outras que adicionam mais dimensões ao 3BL. Com relação a esta última, podemos citar Sachs (1997) que descreve a sustentabilidade como um conceito dinâmico que engloba um processo de mudança em cinco dimensões: social, econômica, ecológica, geográfica e cultural. Bossel (1999) argumenta que a sustentabilidade é atingida quando há integração das mudanças sociais, ambientais, culturais, tecnológicas, mudanças de valores e aspirações, almejando que o seu resultado possa acarretar em melhorias em longo prazo.

Manzini e Vezzoli (2002) caracterizam a sustentabilidade como um objetivo a ser alcançado por intermédio de soluções baseadas em recursos renováveis; otimização de recursos não-renováveis; renaturalização dos materiais descartados e permanência de indivíduos e comunidades em seus espaços naturais.

Em geral, pela amplitude do seu conceito, as organizações a princípio não se motivaram para realizar a implementação de melhorias sustentáveis em seus processos. Algumas das dificuldades causadoras desta desmotivação são: o custo da modificação; falta de conhecimento e habilidades; leis ambíguas; complexidade aplicada ao processo de mudança; erros de comunicação; dificuldades no gerenciamento da cadeia de suprimentos; falta de nitidez no escopo e objetivos concretos do emprego da sustentabilidade (DRIESSEN *et al.*, 2013; DANGELICO e PUJARI, 2010; SEURING e MULLER, 2008; COLLINS *et al.*,

2007; HANDFIELD *et al.*, 2001). Em contrapartida, os principais fatores causadores do interesse do setor corporativos em debate de sustentabilidade foram às pressões sociais para melhorar seu processo produtivo, melhoria da credibilidade da empresa, diferenciação no mercado, aumento da capacidade competitiva, aumento da receita, redução de custos e uso de insumo e a redução de riscos (LOZANO e HUISINGH, 2011; MURILLO-LUNA *et al.*, 2008; HART e MILSTEIN, 2003; CORAL, 2002; O'BRIAN, 1999; SHRIVASTAVA e HART, 1995; SCHMIDHEINY, 1992).

Neste sentido, outro fator também relevante é a inovação que a integração entre a sustentabilidade e o processo de desenvolvimento de produtos (PDP) pode gerar a partir da nova ótica de planejamento estratégico do produto. A junção destes dois temas objetiva aumentar o percentual da capacidade competitiva das empresas, tornando-se essencial para a melhoria em seu desempenho (D'IPPOLITO, 2014; HALLSTEDT *et al.*, 2013; CURWEN *et al.*, 2012; TRAPPEY *et al.*, 2011).

Por esse ângulo, a junção da sustentabilidade com a inovação pode estimular as empresas a elaborarem seus produtos visando prover, além de um novo valor aos seus usuários, uma nova opção de consumo mais sustentável (BHUIJAN e THOMSON, 2010). Pois, segundo D'Ippollito (2014), o design agregado aos produtos deve, além da qualidade, gerar um novo valor ao seu destinatário, tornando-se um fenômeno social capaz de remodelar comportamentos e percepções. Sendo o design um elemento relevante tanto para o produto quanto para a empresa que o concebe, uma vez que este irá influenciar a elaboração de estratégias e o posicionamento da organização. Desta forma, o resultado do novo PDP com características sustentáveis pode agregar uma vantagem competitiva de longo prazo à empresa (DRIESSEN e HILLEBRAND, 2012; MORENO *et al.*, 2011; SALOMO *et al.*, 2010; BEVILACQUA *et al.*, 2007; CAMPBELL, 2007; MAXWELL e VAN DER VORST, 2003).

Assim, a sustentabilidade na perspectiva do processo de desenvolvimento de produto é conceituada por este estudo como um elemento modificador de comportamentos, com foco na implementação de melhorias visando à integração dos fatores ambientais, sociais e econômicos, tornando-se essencial para elevar o desempenho, a competitividade e a longevidade das empresas. Assim como, gerar novas formas de colaboração entre as partes interessadas.

3.2 INTEGRAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE: ESTRATÉGIA, VANTAGEM COMPETITIVA E PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO

Conforme argumentado anteriormente, o design tem um importante papel na formulação de comportamentos e percepções sociais. Influenciando, por este meio, a elaboração de planos estratégicos (D'IPPILLITO, 2014; GAZIULUSOY *et al.*, 2013). Neste ângulo, o grau de influência poderá ser ampliado quando o design é agregado à inovação.

Um dos meios para empregar a inovação ao produto é o modo com que o mesmo é projetado e desenvolvido. Neste quesito, a sustentabilidade agregada ao PDP pode originar para os consumidores um novo valor percebido ao produto (BHUIJAN e THOMSON, 2010; PETALA *et al.*, 2010; TUKKER *et al.*, 2008; TUKKER e JANSEN, 2006), enquanto que para as organizações uma nova perspectiva de planejamento, afetando alterações nas estratégias, metas, visão e missão das organizações. Portanto, a introdução de aspectos de sustentabilidade ao PDP deve ocorrer durante as fases iniciais, ou seja, na etapa de planejamento (HALLSTEDT, 2017; HALLSTEDT, 2016; HALLSTEDT *et al.*, 2013; HALLSTEDT *et al.*, 2010). Pois, para atingir o objetivo de se tornar sustentável no desenvolvimento de produtos (MANZINI e VEZZOLI, 2002), é necessário definir na fase inicial de concepção, uma visão comum sobre a sustentabilidade entre todos os agentes envolvidos no processo (HALLSTEDT, 2017; HALLSTEDT, 2016; HALLSTEDT *et al.*, 2013; HALLSTEDT *et al.*, 2010; JOHNSTON *et al.*, 2007). Saber como enquadrar, aplicar e coordenar ferramentas e métodos para PDIP sustentáveis durante o processo de tomada de decisão (BOKS, 2006; JORGENSEN *et al.*, 2006; DEUTZ *et al.*, 2010). Manter uma comunicação eficaz (PUJARIA *et al.*, 2004). E, conforme Hallstedt *et al.* (2010) argumentam: deve-se integrar a sustentabilidade nas metas e planos de negócio, apoiar por incentivos internos e por ferramentas de apoio à decisão, uma nova abordagem para avaliar o estado atual da integração da sustentabilidade nos processos de decisão da empresa. Com este esforço, as organizações poderão satisfazer as requisições dos consumidores, aumentar a confiança dos investidores, melhorar a produtividade e o uso dos recursos da empresa (ORECCHINI *et al.*, 2012; OTHMAN *et al.*, 2010). Desta maneira, a fim de alinhar os conceitos, seguem as subdivisões dessa seção para delinear o conceito de estratégia, vantagem competitiva e planejamento estratégico.

3.2.1 Definição de estratégia

A estratégia é considerada como um instrumento relevante para a gestão empresarial tendo em vista o alto nível de competitividade e instabilidade do mercado globalizado. Ao se referir à estratégia entende-se que seja uma série de decisões voltadas à determinação de objetivos ou metas de longo prazo pertencentes a uma organização, para instalação de planos de ações¹ e de recursos aplicados a fim de guiar o cumprimento destes objetivos, ajudar a definir o perfil e o posicionamento da empresa. Além desta visão difusa, Mintzberg (1987) caracteriza a estratégia em cinco definições, também conhecido como os 5Ps (Plano, Pretexto, Padrão, Posicionamento e Perspectiva²) da estratégia.

Como Plano (*Plan*), a estratégia é definida por duas propriedades essenciais: são feitas antes das ações a que se aplicam e; são desenvolvidas de forma consciente e propositadamente. Ou seja, elas podem ser táticas com finalidade gerais ou específicas que conduzem de modo consciente, ao alcance de determinado objetivo. Ainda como plano, uma estratégia pode ser também um Pretexto (*Ploy*), uma “manobra” específica destinada a enganar um adversário/concorrente a fim de proteção. A estratégia como Padrão (*Pattern*) é um comportamento de ação, intencional ou não que mantém uma consistência com o comportamento da empresa e se destina a uso emergente, ou seja, no curto prazo. O quarto P, estratégia como Posição (*Position*), é a localização que a organização possui em relação ao contexto que esta inserida, é a força mediadora entre a organização e ambiente, entre o seu contexto interno e o externo. E o último P, estratégia como Perspectiva (*Perspective*) é a maneira com que a empresa se visualiza internamente através dos olhos de quem a fórmula. Para a quinta definição, a estratégia se constitui como intenções para regular o comportamento antes que ele ocorra ou como um padrão para descrever o comportamento que já ocorreu. Assim, é uma perspectiva compartilhada pelas intenções ou por suas ações. Em outras palavras, como o plano, a estratégia trata de como os líderes predeterminam as ações, visando estabelecer um direcionamento para as organizações e o significado real de suas intenções. Como pretexto, a estratégia volta-se para a competição direta, onde as ameaças e manobras são empregadas para ganhar vantagens. Como padrão, a estratégia concentra-se na ação. Como posição, a estratégia procura identificar o posicionamento que a empresa detém perante o seu contexto, visando protegê-lo. E, como perspectiva, a estratégia foca nas ações

¹ Planos podem ser descritos como documentos formais que consolidam as informações e atividades desenvolvidas no processo de planejamento; é o limite da formalização do planejamento (OLIVEIRA, 2010).

² 5Ps (*Plan, Ploy, Pattern, Position, Perspective*).

do coletivo, compartilhada como normas e valores, e como padrões de comportamento profundamente enraizados no coletivo.

Segundo Hayes e Wheelwright (1984), a estratégia tem o papel de estabelecer metas, apoiar a tomada de direções, desenvolver planos e assegurar a vantagem competitiva. Ansoff (1965) descreve a estratégia sendo um conjunto de decisões motivadas pelo mercado no qual o produto é destinado, gerando vantagens competitivas e sinergia organizacional. Nesta mesma linha, Newman e Logan (1971) argumentam que estratégias são planos que buscam visualizar o futuro para antecipar mudanças, agregando vantagens competitivas e constituindo-se como parte da missão organizacional. Ainda na perspectiva da estratégia como plano, Skinner (1985) descreve que a estratégia, além de um conjunto de planos, também é um conjunto de políticas voltado à obtenção de vantagens sobre os concorrentes.

Bracker (1980) analisa que a estratégia tem duas funcionalidades, a primeira é analisar o ambiental a fim de identificar a posição da empresa no mercado, e a segunda função é gerenciar o uso apropriado dos recursos para alcançar os objetivos da empresa. Similarmente, Hambrick (1980) descreve que a estratégia é o padrão de decisões direcionadas a orientar o relacionamento da empresa com o seu contexto, comprometendo os processos, estruturas internas e o desempenho da organização. Em contrapartida, Barney (2001) descreve que é o desempenho da empresa que atua como fator influenciador da estratégia, pois se a estratégia tem no seu papel agregar vantagens competitivas para competir com sucesso, isso significa que a empresa precisa manter um desempenho elevado para sustentar sua capacidade de competir. Contudo, a estratégia também pode ser categorizada como uma decisão-chave para atingir um bom desempenho, como, por exemplo: preço, promoção, quantidade e qualidade (PORTER, 1981).

Segundo Porter (1986), a estratégia é o conjunto de ações defensivas para originar uma posição no mercado com intuito de confrontar-se com sucesso as forças competitivas dos concorrentes, obtendo um retorno maior que o investido. Em outras palavras, a estratégia é o posicionamento diferenciado de uma empresa em relação aos adversários de modo a maximizar o valor das características e atividades que exerce, entregando uma combinação única de valor (PORTER, 1996). Nesta visão, Porter (1986) apresenta suas três estratégias competitivas genéricas:

- Liderança global de custo: consiste em reduzir os custos de produção da empresa a fim de agregar maior flexibilidade de negociação perante seus concorrentes, tornando-se líder em custo. Além disso, por este viés, o custo mais baixo que dos

seus adversários faz com que a empresa aumente seu fluxo de atividade e, conseqüentemente, melhore seu desempenho e participação no mercado;

- Diferenciação: seu foco é em manter uma vantagem competitiva por meio de produtos/serviços diferenciados em qualidade e funcionalidade, auxiliando a manter seus usuários leais e dificultando a entrada de novos concorrentes.
- Foco: a estratégia da empresa será competir em um mercado específico atendendo necessidades específicas dos consumidores.

Em suma, a estratégia também é classificada nas categorias de organizacional, negócio e funcionais, conforme ilustra Coral (2002), na figura 5.

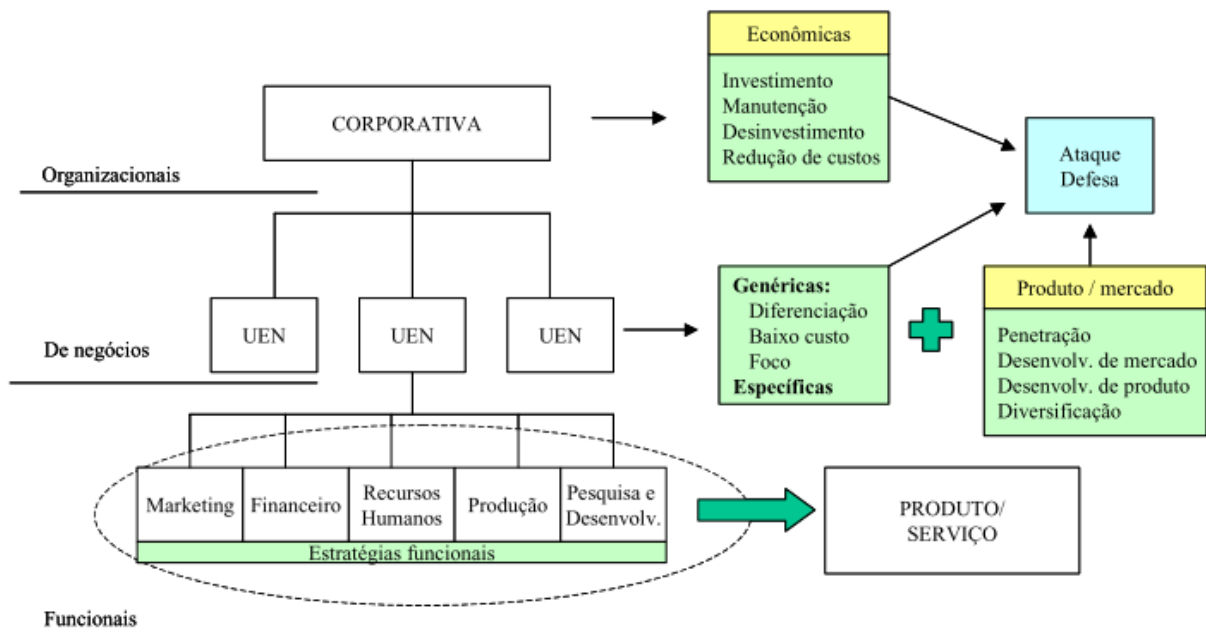


Figura 5 – Categorias de estratégia.
Fonte: Coral, 2002.

A terceira categoria de estratégia, Estratégia Funcional ou também referenciada como Estratégia de Produção é descrita como um conjunto de políticas e planos projetados para agregar vantagens competitiva e planos de produção de produtos direcionados para consumidores específicos (SKINNER, 1969).

A estratégia de produção consiste nas políticas, objetivos e restrições que quando entrelaçados irão delinear o modo de aplicar os recursos investidos na produção. Ainda, a estratégia de produção é o conjunto de decisões de longo prazo direcionadas às capacidades específicas, estrutura e infraestrutura de produção (HAYES e WHEELWRIGHT, 1984). Com relação às competências e políticas, HILL (1987) desenvolveu uma estrutura interativa de apoio à estratégia de produção, relacionando produção a decisões de marketing que incide em:

- Definir os objetivos corporativos: refletir a natureza da economia, mercados, oportunidades, lucratividade, metas de crescimento, “*market share*”³, políticas ambientais e sociais.
- Determinar quais serão as estratégias de marketing para alcançar os objetivos: estabelecer o planejamento e controle de marketing; analisar o mercado a qual o produto é orientado, avaliando as características do usuário final; práticas e tendências industriais; identificar os principais adversários e determinar metas.
- Identificar como apresentar os produtos no mercado e manter um número de pedidos acima que a demanda de seus concorrentes;
- Adaptar e prover suporte de infraestrutura ao processo de produção dos produtos.

Voss (1995) argumentou que a empresa interessada em competir usando a estratégia de produção deve atender três paradigmas: competindo por meio da produção, escolhas estratégicas e por “melhores práticas”⁴.

- Competindo por meio da produção: é competir através das capacidades (competências) de produção. Neste enfoque é imprescindível manter um debate entre produção, marketing e estratégia de negócio. Integrando todos os envolvidos em uma visão comum e compartilhada.
- Escolhas Estratégicas: estrutura-se na consistência interna e externa; e as escolhas estratégicas para a produção direcionada a atender às necessidades do mercado.
- Melhores Práticas: esta abordagem é adotada em prol da obtenção de melhores resultados e, pela adequação ao mercado globalizada que tem amplamente implementado o conceito de “produção enxuta”.

Enquanto que para Mills, Platts e Gregory (1995), a estratégia de produção deve originar-se de um processo composto por três etapas: auditoria, formalização e implementação. Em suma, a estratégia de produção diz respeito a adaptações no processo de produção com objetivo de agregar vantagem competitiva, sendo necessária para evitar que as ações tomadas cometam falhas. Em resumo, a estratégia pode ser definida como um conjunto de ação que combina recursos, alinhando-os com o ambiente de contexto para atingir o futuro desejado.

³ Fatia do mercado.

⁴ *Best Practices*: consiste em ferramentas voltadas ao aperfeiçoamento da produção através da gestão operacional e o seu desempenho por meio da melhoria na eficiência, produtividade e qualidade.

3.2.2 Definição de vantagem competitiva

A vantagem competitiva consiste na força de competição que a empresa possui através da capacidade, dentre outros fatores, de adicionar maior valor a um mesmo produto do que seus oponentes. Tal força pode ser descrita como as capacidades que impulsionam o desenvolvimento e implantação de recursos raros, inimitáveis e não substituíveis. Sendo os principais recursos aqueles associados com a adoção, melhoria com o conhecimento tácito e a aprendizagem, como critérios necessários para alcançar vantagem competitiva sustentável (VOSS, 2005). Resaltando que neste cenário, a palavra sustentável se refere a capacidade que a empresa detêm a fim manter tal vantagem em um longo prazo de tempo, ou seja, sua capacidade de reestruturação e adaptação (COASE, 1937).

Barney (1991) descreve que para uma empresa ter uma vantagem competitiva sustentável é preciso incrementar atributos na estratégia de criação de valor para estabelecer um mecanismo de isolamento, ou seja, os recursos das empresas deve ser heterogêneos devido aos atributos: valioso para explorar oportunidades e/ou reduzir/neutralizar ameaças; raro porque são escassos entre os concorrentes atuais e potenciais e/ou não presente em todos; imperfeitamente imitável ou insubstituível, pois o custo de imitação é alto ou porque não possuem um substituto valioso, raro e perfeitamente equivalente para ele.

Para Hayes e Wheelwright (1984), o meio para obter vantagens competitivas é oriundo da competição a partir do: custo; qualidade; performance de entrega e flexibilidade. Da mesma forma, Boyer e Lewis (2002) adicionam mais duas dimensões: serviços e inovação.

A vantagem competitiva, assim como mencionado anteriormente, interage com a estratégia de produção. Este relacionamento pode ser observado a partir das dimensões citadas acima. Enfatizado por meio:

- **Relacionamento vantagem competitiva – custo:** aumentar a margem de lucro produzindo em larga escala e atribuindo margens reduzidas em cada item manufaturado, porém mantendo um elevado índice de vendas (MILLS *et al.*, 2002); na perspectiva Toyotista, a redução de estoque acarreta na redução de custos de manutenção e, conseqüentemente, adere maior flexibilidade para competir com custos reduzidos;

- **Relacionamento vantagem competitiva – qualidade:** melhorar a qualidade através de produtos com desempenho superior (MILLS *et al.*, 2002); na perspectiva Toyotista, a qualidade é um importante fator para acrescentar vantagens competitivas através da eliminação de perdas de tempo, desperdício zero e a redução de retrabalhos, ou seja, erro zero. Garvin (1987) apresenta a qualidade estruturada em oito dimensões:

- Desempenho: são os atributos operacionais básicos de um produto, refere-se ao seu funcionamento;
- Características: abrange aspectos secundários ao desempenho, complementares, que são capazes de diferenciar o produto dos demais, aderindo novos valores ao produto.
- Conformidade: pondera o alcance que as características do produto obtiveram em atender os anseios de seus usuários.
- Confiabilidade: aborda a probabilidade de mau funcionamento/falhas do produto.
- Durabilidade: o quesito mais conhecido de qualidade, diz respeito à vida útil de um produto. Sendo diretamente ligada as duas dimensões acima.
- Atendimento: é o elemento que se tiver um desempenho aquém podem afetar negativamente a percepção do consumidor sobre o produto.
- Estética: trata das sensações que o produto pode estimular por meio da aparência.
- Qualidade Percebida: é a avaliação do produto a partir de aspectos tangíveis ou intangíveis.

- **Relacionamento vantagem competitiva – performance de entrega:** confiabilidade no produtor por meio do cumprimento da entrega do pedido dentro do prazo combinado (MILLS *et al.*, 2002);

- **Relacionamento vantagem competitiva – flexibilidade:** flexibilidade de produção é a capacidade de aumentar o volume de produção ou o mix de produtos (MILLS *et al.*, 2002); na visão toyotista, é atingida pela redução de *set up*, avanço da tecnologia de produção, entre outros fatores que reduzem os custos;

- **Relacionamento vantagem competitiva – inovação:** lançamento de novos produtos e/ou serviços diferenciados em um curto espaço de tempo (BOYER e LEWIS, 2002); elaboração de produtos visando prover um novo valor e/ou nova opção de consumo aos seus usuários (Bhuijan e Thomson, 2010);

- **Relacionamento vantagem competitiva – serviço:** aborda os serviços para coletar dados sobre o desempenho de produto, apoio às vendas e ao consumidor (GARVIN, 1993);

Logo, observa-se que em virtude de obter sucesso e manter uma vantagem competitiva por um longo prazo de tempo, é indispensável que seja implementado um processo de decisão sobre quais dimensões competitivas e ações adotar. Dentro deste tema, Wheelwright e Hayes (1985) formularam um modelo composto por quatro estágios aplicado para identificar qual é a função da produção e a sua influência na geração da vantagem competitiva. Tal modelo se constitui dos seguintes estágios, conforme ilustra a tabela 6:

Estágios	1	2	3	4
Foco	Minimizar o potencial negativo da manufatura: internamente neutra	Conseguir paridade com os competidores: externamente neutra	Providenciar suporte para a estratégia de negócio: internamente suportada	Seguir uma vantagem competitiva baseada na manufatura: externamente suportada
Objetivo	<ul style="list-style-type: none"> - Experts externos são chamados para tomar decisões sobre questões da estratégia de manufatura. - Detalhados sistemas internos de controle administrativo são utilizados para monitorar a performance da manufatura. - A manufatura é mantida flexível e reativa. 	<ul style="list-style-type: none"> - “Práticas Industriais” são seguidas. - planejamento horizontal para decisões de investimento na manufatura são estendidos para incorporar um único ciclo de negócio. - investimento capital é o primeiro meio para alcançar um nível de competição ou uma vantagem competitiva. 	<ul style="list-style-type: none"> - Investimentos na manufatura são projetados para dar consistência à estratégia do negócio. - A estratégia de manufatura é formulada e seguida. - O desenvolvimento e tendências da manufatura no longo prazo são adicionados sistematicamente. 	<ul style="list-style-type: none"> - Esforços são feitos para antecipar o potencial das novas práticas da manufatura e tecnologia. - Manufatura está envolvida em grandes decisões de engenharia e marketing. - Programas de longo prazo são seguidos para se obter competências nos processos necessários.

Tabela 6 – Estágios das regras da Estratégia de Manufatura.

Fonte: Wheelwright e Hayes (1985), adaptado pela autora.

A partir do exame do modelo, avalia-se que para o presente estudo, o estágio 4 é o mais interessante. Dito isso, o mesmo é aprofundado na pesquisa.

Segundo os autores, as empresas situadas no último estágio são visualizadas como referências no seu setor. Por isso, as propriedades fundamentais deste estágio, são: desenvolvimento dos planos de negócio de longo prazo nos quais a produção vai influenciar os objetivos estratégicos da companhia; obter novas tecnologias e práticas antes da concorrência; integrar a excelência e refletir os escopos estratégicos por toda a empresa. Ainda, empresas localizadas no quarto estágio também buscam por executar as “melhores práticas”, para ajudar a elevar o desempenho. Tais práticas são, por exemplo: *Just In Time* (JIT); Gestão da Qualidade Total; Manutenção Produtiva Total; *Empowerment*, entre outros ⁵.

⁵ *Total Quality Management* (TQM): conceito de melhoria contínua integrada da qualidade em todos os processos da empresa.

Porter (1979; 2008), apresentou o modelo das cinco forças competitivas, no qual a vantagem competitiva é alcançada pela estratégia elaborada por estes cinco fatores: ameaça da entrada de novos concorrentes; rivalidade entre concorrentes; ameaça de produtos/serviços substituíveis; poder de barganha dos clientes e poder de barganha dos fornecedores. Conforme ilustra a figura 6, abaixo:

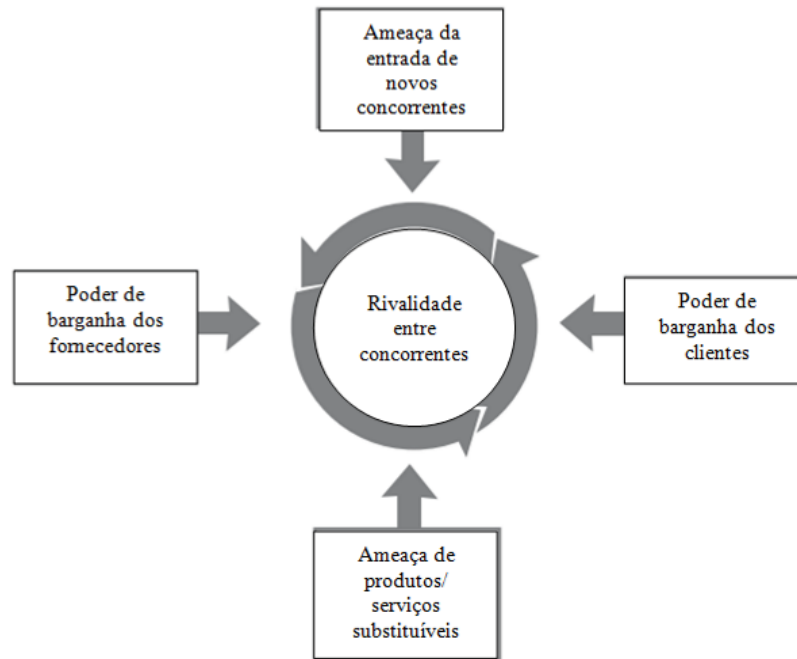


Figura 6 – As cinco forças competitivas.
Fonte: Porter, 2008 (adaptado pela autora).

Ameaça da entrada de novos concorrentes: os principais fatores de risco da entrada de novos concorrentes são: novas capacidades e o desejo de ganhar quota de mercado. Assim, para reduzir sua ameaça é preciso construir barreiras à entrada. Há seis principais fontes de barreiras à entrada:

1. Economias de escala: abrange produção, pesquisa, marketing e serviço. Atuam como obstáculos na distribuição, utilização da força de vendas, financiamento, e quase qualquer outra parte de um negócio.

2. Produto de diferenciação: identificação da marca cria uma barreira que força os oponentes a gastar para superar a fidelidade do cliente. Publicidade, serviço ao cliente, sendo

Just In Time (JIT): conceito de produção enxuta que determina o comprimento das tarefas na hora solicitada, atendendo a produção por demanda.

Total Productive Maintenance (TPM): visa eliminar perdas devido à quebra de equipamento, paradas, ajustes, baixa velocidade/qualidade e falta de insumos.

Delegação de Autonomia: visa melhorar o aproveitamento do capital humano por meio da delegação de autonomia dos colaboradores para a tomada de decisão, responsabilidade e liderança compartilhada, tornando o processo de tomada de decisão mais rápido e menos burocrático.

o primeiro na indústria, e produtos diferentes estão entre os fatores que favoreçam a identificação da marca.

3. Os requisitos de capital: investir grandes recursos financeiros.

4. Custos de mudança: custos oriundos da troca de matéria-prima, tecnologia.

5. O acesso aos canais de distribuição: dificuldade para entrar nos canais de distribuição.

6. Política de Governo: governo limita ou impede a entrada de indústrias com licenças e limites sobre o acesso a matérias-primas, padrões de poluição de ar e água e regulamentos de segurança.

Rivalidade entre concorrentes: é a disputa por posição através: tamanho e poder dos concorrentes; crescimento lento, luta por participação de mercado; falta de diferenciação ou custos de mudança; custos fixos altos; capacidade aumentada em grandes incrementos (excesso de capacidade e redução de preços); barreiras de saída elevadas (ativos muito especializados, lealdade da administração de um negócio particular, retornos baixos ou mesmo negativos sobre o investimento); rivais são diferentes em estratégias, origens e "personalidades" (têm ideias diferentes sobre como competir).

Ameaça de produtos/serviços substituíveis: é quando a competição entre produtos/serviços de baixo custo com a mesma função é extrema. A ocorrência maior se dá entre os produtos sujeitos a tendências e, quando produzidas por indústrias que ganham altos lucros.

Poder de barganha dos clientes: pode forçar os preços para baixo, exigir maior qualidade ou mais serviços. Sua influência se concentra se: faz compras em grandes volumes. Os produtos que adquire da indústria são padrão ou indiferenciado. Os produtos representam uma fração significativa de seu custo. Ele ganha lucros baixos. O produto da indústria não é importante para a qualidade dos produtos ou serviços dos compradores. O produto da indústria não é interessado em qualidade. Os compradores representam uma ameaça credível de integração para trás.

Poder de barganha dos fornecedores: estes podem exercer poder de barganha sobre os participantes em uma indústria, aumentando os preços ou reduzir a qualidade, a rentabilidade e exercem influência sobre o seu consumidor se: seu setor é dominado por poucas empresas e é mais concentrado do que a indústria vende. Seu produto é único. Os custos de mudança de fornecedor fixos são altos. Não é obrigado a lidar com outros produtos para venda para a indústria. Representa uma ameaça de integração para a frente no negócio da indústria. A indústria não é um cliente importante do grupo fornecedor.

Portanto, é preciso que a empresa conheça e saiba utilizar as forças para construir uma estratégia que a distancie de seus concorrentes, gerando flexibilidade, rapidez de reação e vantagens competitivas (PORTER, 1996).

3.2.3 Planejamento Estratégico

O Planejamento Estratégico (PE) teve um crescimento impulsionado principalmente pelo aumento da complexidade dos ambientes externo e interno às empresas; a concorrência global e a elevação da competição por recursos cada vez mais escassos (SILVA, 1988). O conceito de PE pode ser descrito como um processo desenvolvido para obter uma situação futura desejada, de modo mais eficiente, eficaz e efetivo⁶. Ou seja, envolve um modo de pensar construtivo que, envolve indagações que, por sua vez envolvem questionamentos sobre o que fazer, como, quando, quanto, para quem, por que, por quem e onde (OLIVEIRA, 2010). Por isso, o PE é um processo contínuo de tomadas de decisões que ocorre antes, durante e posteriormente a sua elaboração e implementação.

Rozenfeld *et al.* (2006) afirma que o PE é um processo gerencial que não está vinculado a uma função específica dentro da empresa, caracterizando-se como um processo *cross* funcional. Em mais, o planejamento estratégico também pode ser conceituado como o processo detalhado e sistemático pelo qual as estratégias da empresa são formuladas, mantendo as decisões mais importantes inter-relacionadas para tentar compreender o ambiente no qual a empresa se encontra, a fim de poder modifica-lo (MINTZBERG, 1996).

Oliveira (2010) salienta que como um processo contínuo, o PE apresenta-se por três funções básicas: (1) ser um processo sistemático e constante de tomada de decisões, com efeitos e consequências futuras; (2) conjunto de ações inter-relacionadas e interdependentes e (3) o processo de planejamento teve obter mais atenção do que o resultado final, pois a hierarquização contraria pode provocar planos inadequados e resistência a sua implementação.

O PE também pode ser estruturado por dimensões, conforme descreve Steiner (1969): sendo parte integrante, a função desempenhada (produção, novos produtos, marketing, etc); depois os elementos (objetivos, estratégias, políticas, normas, etc); o tempo do planejamento

⁶ Ser eficiente é fazer as atividades de maneira adequada, resolvendo os problemas de percurso; preservar recursos; cumprir deveres e reduzir custos.

Ser eficaz é realizar o que precisa ser feito, resolver problemas de modo criativo, maximizar o uso dos recursos, atingir os resultados esperados e aumentar a participação de mercado e o lucro da empresa.

Ser efetivo significa manter-se no mercado e apresentar resultados positivos em longo prazo (OLIVEIRA, 2010).

também é tido como dimensão (curto, médio ou longo prazo); local onde o planejamento é formado (departamento) e as características do planejamento (complexidade *versus* simplicidade, qualidade ou quantidade, planejamento estratégico ou tático, etc).

Ackoff (1975) também delinea o PE por cinco dimensões: planejamento dos fins (especificação do futuro desejado por meio de metas, valores, visão, entre outros); planejamento dos meios (esboço da trajetória para atingir o futuro desejado, englobando macro estratégias, políticas, processo, etc); planejamento organizacional (é a estruturação dos requisitos necessários para cumprir os meios); planejamento dos recursos (definição da origem e uso dos recursos tanto financeiros quanto humanos); planejamento da implementação e do controle (apoiar e avaliar a implementação dos objetivos e seus resultados). Além destes princípios, o PE também visa promover mudanças nas características e atividades da empresa; minimizar as deficiências e maximizar os resultados; ser um esforço coletivo e coordenado, com valores e utilidades em longo prazo.

Drucker (1984) expõe que o PE como um processo contínuo sistemático, é direcionado a apoiar e organizar as tomadas de decisões de riscos presentes, por meio da retroalimentação e da avaliação dos resultados *versus* as expectativas em prol de atingir a futuridade destas decisões. Em outras palavras, por esta metodologia sistemática, a empresa será capaz de diagnosticar as dinâmicas dos ambientes interno e externo a qual é inserida e desta forma, organizar ações importantes para facilitar o processo de implementação de suas estratégias e objetivos, lidando com os riscos e futuridade agregados as decisões tomadas. Portanto, o PE não trabalha com previsões do futuro, mas sim com a futuridade das ações, que são os resultados máximos que tais ações tomadas no presente podem alcançar.

O PE pode ser basicamente distinguido em três tipos: estratégico, tático e o operacional. Sendo o planejamento estratégico o responsável por proporcionar meios para identificar a melhor escolha dentro do processo decisório, relacionando-se com os objetivos de longo prazo da empresa. Possibilitando a execução de ações inovadoras e assim, comprometendo a empresa toda a aumentar seu rendimento. Enquanto que o planejamento tático busca o emprego eficiente dos recursos, otimizando uma parte da empresa. Englobando fatores mercadológicos, financeiros, produção recursos humanos e organizacional a médio prazo. Diferentemente do planejamento operacional que trata da formalização dos meios desempenhados para o alcance dos objetivos, através das áreas funcionais como, por exemplo: pesquisa de mercado, planos de despesas, estoques, treinamento, comunicação, etc (MINTZBERG e QUINN, 1996).

Oliveira (2010) apresenta resumidamente as diferenças entre estes três tipos de planejamento, ilustrado na tabela 7:

Discriminação	Planejamento Estratégico x	Planejamento Tático
Prazo	Mais longo	Mais curto
Amplitude	Mais ampla	Mais restrita
Riscos	Maiores	Menores
Atividades	Fins e meios	Meios
Flexibilidade	Menor	Maior
Discriminação	Planejamento Tático x	Planejamento Operacional
Prazo	Mais longo	Mais curto
Amplitude	Mais ampla	Mais restrita
Riscos	Maiores	Menores
Atividades	Meios	Meios
Flexibilidade	Menor	Maior

Tabela 7 – Diferença entre os tipos de planejamento.

Fonte: OLIVEIRA (2010), adaptado pela autora.

Ainda, o PE pode ser caracterizado como um processo de produção de conhecimentos. Em outras palavras, é um recurso cognitivo que trabalha com o presente e com a futuridade que existe nele. Englobando elementos facilitadores e dificultosos que propiciam as estratégias, aumentar o desempenho das organizações em ambientes de crescente competitividade, afetado pela escassez dos recursos. Podendo ser então o PE visualizado como um instrumento voltado à competição (SILVA, 1988).

Como instrumento, Ansoff (1965) relaciona o PE às decisões estratégicas através das interações entre empresa e seu ambiente, voltando suas atenções ao mix de produtos e mercado com o propósito de identificar a diversificação do setor que a empresa atua. Segundo o autor, o PE necessita, primeiramente, definir os objetivos da empresa; (2) avaliar o contexto interno e externo (Internamente - avaliar a estrutura administrativa e produtiva; identificar os pontos fortes e fracos. Externamente - obtenção de informações políticas, econômicas, sociais e da concorrência do mercado para identificar oportunidades e ameaças). (3) Analisar a sinergia-estrutura (ponderar os recursos internos adequados ao cumprimento das estratégias, servindo de base para a elaboração de um plano estratégico). (4) Revisão dos objetivos iniciais. (5) Escolha de uma estratégia de diversificação e/ou expansão. Por fim, elaboração das estratégias financeiras, administrativas e o orçamento estratégico, para implementar as estratégias de diversificação e/ou expansão.

Em resumo, pode-se observar que apesar das definições serem em parte distintas, todas apresentam correlações em algum momento por intermédio de suas fases de elaboração, que consistem no diagnóstico estratégico (obtenção de informações organizacionais e do

ambiente que pertence); concepção da missão, dos objetivos, estratégias e metas da empresa; construção do posicionamento da empresa e seu foco futuro; implementação do plano estratégico que é resultante do PE e por fim o controle e avaliação dos resultados atingidos.

3.2.4 Planejamento Estratégico e a Sustentabilidade

A sustentabilidade pode ser agregada ao PDP como uma nova perspectiva para o planejamento, afetando alterações nas estratégias, metas, visão e missão das organizações. Logo, compreende-se que a introdução de aspectos de sustentabilidade ao PDP deve ocorrer durante as fases iniciais, ou seja, na etapa de planejamento (HALLSTEDT *et al.*, 2013; HALLSTEDT *et al.*, 2010). Pois, para atingir o objetivo de se tornar sustentável no desenvolvimento de produtos (MANZINI e VEZZOLI, 2002), é necessário definir na fase inicial de concepção, uma visão comum entre todos os agentes envolvidos no processo sobre a sustentabilidade para apoiar à tomada de decisão sobre como implementar a sustentabilidade aos produtos (BAUMGARTNER e RAUTER, 2017; RAUTER *et al.* 2017; HALLSATED, 2017; HALLSTEDT, 2016; HALLSTEDT *et al.*, 2013; HALLSTEDT *et al.*, 2010; JOHNSTON *et al.*, 2007; WAAGE, 2007; PUJARIA *et al.*, 2004 ; KAEBERNICK *et al.*, 2003; VELEVA *et al.*, 2001). Saber como enquadrar, aplicar e coordenar ferramentas e métodos para PDIP sustentáveis durante o processo de tomada de decisão (BOKS, 2006; JORGENSEN *et al.*, 2006; DEUTZ *et al.*, 2010). Manter uma comunicação eficaz (PUJARIA *et al.*, 2004). E, conforme Hallstedt *et al.* (2010) argumentam: deve-se integrar a sustentabilidade nas metas e planos de negócio; apoiar por incentivos internos e por ferramentas de apoio à decisão; uma nova abordagem para avaliar o estado atual da integração da sustentabilidade nos processos de decisão da empresa. Com este esforço, as organizações poderão satisfazer as requisições dos consumidores, aumentar a confiança dos investidores, melhorar a produtividade e o uso dos recursos da empresa (ORECCHINI *et al.*, 2012; OTHMAN *et al.*, 2010).

Similarmente, Rozenfeld *et al.* (2006) também afirma que a etapa para a realização de mudanças no PDP é localizada nas fases iniciais do planejamento estratégico. Segundo os autores, é neste o ponto que são definidas as principais soluções construtivas e as especificações do produto, ou seja, é o momento que são determinados os materiais e as tecnologias a serem utilizados, os processos de fabricação, a forma construtiva, entre outras características. Evidenciando a necessidade de estruturar um processo específico e integrado que reúna todas as atividades a serem planejadas e gerenciadas.

HALLSTEDT *et al.* (2013), propõem um modelo que visa implementar a sustentabilidade pela perspectiva estratégica nas fases iniciais do processo de inovação de produtos para alicerçar e apoiar a tomada de decisões de longo prazo. O modelo se estrutura em oito elementos-chave divididos em quatro categorias: organização, processos internos, funções e ferramentas.

No nível da organização, elemento-chave um relata que é importante que a empresa tenha um compromisso claro com a sustentabilidade em sua missão e visão, estabelecendo por meio destes, as bases para formulação de metas e estratégias voltadas a orientar o que os próximos produtos serão, refere-se aos elementos que são relevantes para toda a empresa.

Enquanto que no nível de processo, composto por três elementos, o elemento-chave dois objetiva gerar uma perspectiva de sustentabilidade eficiente no início do processo de inovação, alinhando-o durante todo o processo de design, analisando os critérios baseando-se na sustentabilidade com a mesma importância que qualquer outro critério dentro do PDP. Para isso, é necessário definir uma metodologia genérica para saber como identificar esses critérios de sustentabilidade para: reduzir o impacto ambiental e evitar custos; construir planos para soluções como plataformas flexíveis para uma solução sustentável e utilizar a sustentabilidade como direcionador para as inovações do produto/serviço. Já o elemento-chave três visa atrair mais fornecedores no início das fases de desenvolvimento do conceito do produto. O elemento-chave quatro busca incluir aspectos sociais em todo o ciclo de vida do produto e na cadeia de valor, uma vez que a ausência desses aspectos afeta a reputação, a imagem, os planos de investimento, o controle de qualidade e eficiência da empresa em longo prazo, visto que as soluções aplicadas aos produtos precisam ser apoiadas pelo mercado por um período significativo de tempo.

A terceira categoria, funções, constitui o quinto elemento-chave que procura identificar os diferentes níveis de funções das pessoas pela implementação da sustentabilidade no processo de inovação de produtos. Estabelecendo um responsável pela tarefa.

O quarto e último nível, ferramentas, estrutura-se em três elementos, sendo o elemento-chave seis responsável por construir competências, a fim de aumentar a eficiência, a capacidade de armazenar, pesquisar e recuperar o conhecimento, bem como reusá-lo em projetos futuros. Já o elemento-chave sete orienta as decisões como um complemento para ferramentas de avaliação, uma vez que poderia fornecer apoio à decisão adicional para decisões estratégicas de longo prazo em uma perspectiva de curto prazo, bem como fornecer

orientação para processos de produção mais sustentáveis. Em suma, o elemento-chave oito incorpora uma perspectiva de *backcasting*⁷ a partir de uma definição de sucesso para desenvolver produtos como plataformas flexíveis para auxiliar o desenvolvimento de novos produtos mais sustentáveis e, ao mesmo tempo, gerar um bom retorno sobre os investimentos. Estes tipos de inovações são possíveis se eles estão relacionados com: redução do custo e / ou novas vantagens comerciais; melhor imagem para o cliente e / ou se aproximam legislações.

Os autores ressaltam que o modelo apresenta entre os oito elementos-chave, fatores que podem ser considerados como mudanças evolutivas enquanto que alguns podem ser considerados como revolucionários, como os elementos-chave dois e oito.

Manzini e Vezzoli (2002) afirmam que o planejamento na perspectiva da sustentabilidade possui o enfoque do conceito descrito por estes como o posicionamento estratégico ecologicamente orientado, baseado nos aspectos:

- **Fronteira da ecoeficiência:** é a soma das melhores tecnologias e das melhores formas de organização empresarial utilizáveis para combinar a eficiência ecológica com a eficiência econômica.
- **Ecoeficiência operativa:** é o grau de eficiência econômica e ecológica de que a empresa é capaz ao produzir um determinado produto em um determinado contexto. A busca da competitividade neste terreno significa mover-se em direção à fronteira da ecoeficiência, reconhecimento as melhores práticas e o redesign do sistema.
- **Posicionamento estratégico ecologicamente orientado:** é a capacidade de uma empresa de individualizar um mix de produtos dos oferecidos pela concorrência, mix esse que o mercado possa aceitar e que apresente uma qualidade ambiental intrinsecamente mais elevada.

Rio (2016), apresentada um guia de boas práticas a serem implementadas numa indústria têxtil visando à sustentabilidade em diferentes níveis, desde o atendimento à conformidade legal, passando por sistemas de gestão ambiental e de produção mais limpa, até

⁷ Técnica que consiste em imaginar o sucesso no futuro e faz uma retrospectiva para o presente a fim de avaliar como esta a situação da empresa no presente e, através desta definição sucesso, explorar maneiras para de atingir esse sucesso. Backcasting fornece um contexto de longo prazo dentro do qual as decisões táticas (curto prazo) são tomadas, alinhando-se com a estratégia de longo prazo e, assim, gerar melhor suporte à implementação a sustentabilidade no processo de inovação de produtos (HALLSTEDT *et al.*, 2013; QUIST *et al.*, 2011; VERGRAGT e QUIST, 2011) .

a integração da sustentabilidade no dia a dia corporativo. Apesar da abordagem ser destinada a um setor específico, seu enfoque pode ser utilizado por outros setores. Segundo o guia, à integração da sustentabilidade em uma empresa consciente em:

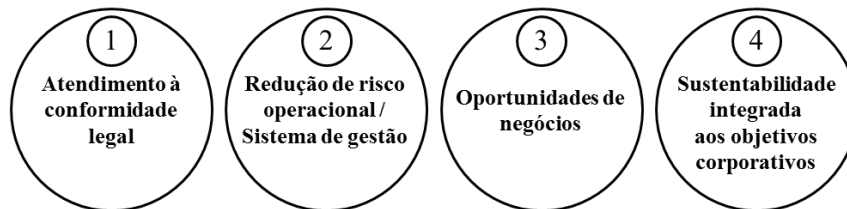


Figura 7 – Boas práticas para integrar a sustentabilidade.
Fonte: Rio, 2016 (adaptado pela autora).

O passo inicial é o atendimento à conformidade legal nos âmbitos ambiental e social. Depois, com o cumprimento dos requisitos legais, segue-se a implantação de sistemas de gestão e a obtenção de certificações ou selos. Para que um sistema de gestão conclua seu objetivo, é necessário que todos os envolvidos na cadeia produtiva estejam conscientes de sua importância e comprometidos com sua implementação. Na literatura é possível encontrar diversos sistemas de gestão, sendo que em maioria estes possuem estruturas similares e são aplicados como um ciclo de melhoria contínua denominado PDCA – *Plan-Do-Check-Act* (Planejar-Executar-Verificar-Agir). Alguns exemplo de sistema de gestão são: Sistema de Gestão de Qualidade (ISO 9.001); Sistema de Gestão Ambiental (ISO 14.001) e Responsabilidade Social (ABNT NBR 16.001 e ISO 26.000). Conforme a metodologia do guia Rio (2016), os principais pontos destes processos estão apresentados na imagem 8:

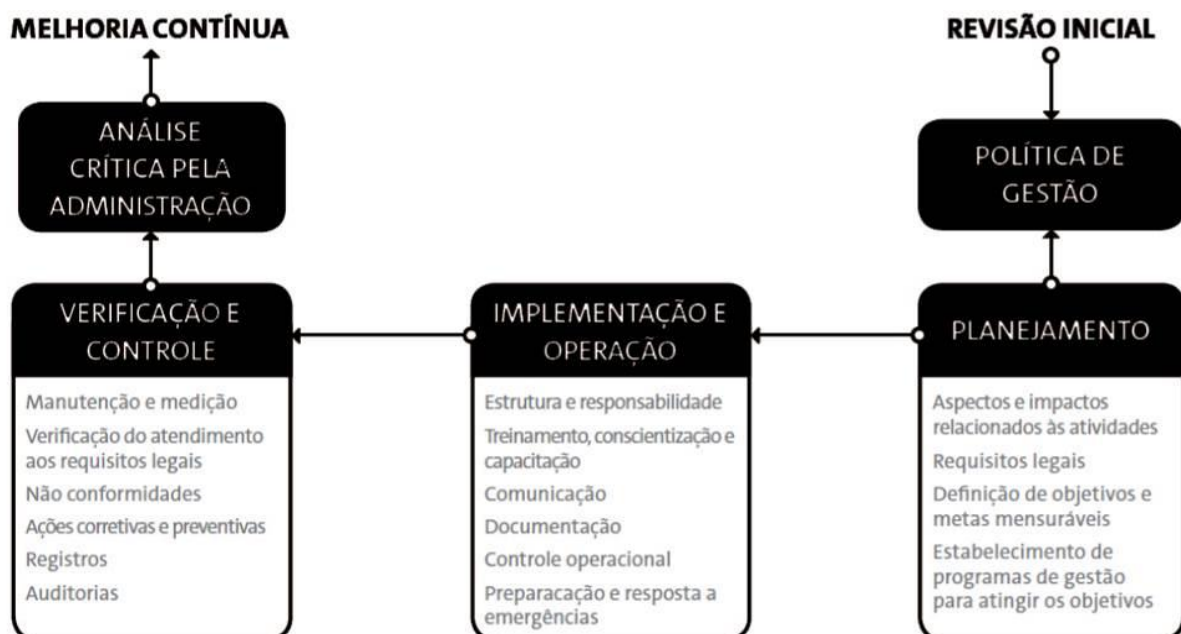


Figura 8 – Principais pontos do Sistema de Gestão.
Fonte: Rio, (2016).

O terceiro passo – oportunidade de negócio - visa o emprego de ferramentas para executar as práticas socioambientais empresarial, a fim de encontrar pontos para melhoria. Tais pontos são a utilização de materiais alternativos mais sustentáveis e a abordagem da produção mais limpa (P+L). Por fim, no último passo a empresa poderá implementar estratégias mais sofisticadas e de resultado mais amplo, como a implantação de requisitos técnicos de qualidade, segurança, meio ambiente e responsabilidade social. Tais estratégias podem se basear, por exemplo, no GRI (*Global Reporting Initiative*) ou no *Global Compact*. A abordagem do GRI é melhor explicada na seção 5. Já a *Global Compact* é uma iniciativa das Nações Unidas (ONU), direcionada a apoiar empresas comprometidas com a sustentabilidade e em alinhar suas operações e estratégias aos dez princípios aceitos internacionalmente nas áreas de direitos humanos, trabalho, meio ambiente e combate à corrupção, que são:

Princípio 1: as empresas devem apoiar e respeitar a proteção aos direitos humanos reconhecidos internacionalmente;

Princípio 2: as empresas devem se certificar de que não são cúmplices em abusos dos direitos humanos;

Princípio 3: as empresas devem defender a liberdade de associação e o reconhecimento efetivo do direito à negociação coletiva;

Princípio 4: eliminação de todas as formas de trabalho forçado ou compulsório;

Princípio 5: erradicação efetiva do trabalho infantil;

Princípio 6: eliminação da discriminação no emprego e ocupação;

Princípio 7: as empresas devem apoiar uma abordagem preventiva sobre os desafios ambientais;

Princípio 8: as empresas devem desenvolver iniciativas para promover maior responsabilidade ambiental;

Princípio 9: as empresas devem incentivar o desenvolvimento e a difusão de tecnologias ambientalmente sustentáveis, e;

Princípio 10: as empresas devem combater a corrupção em todas as suas formas, inclusive extorsão e propina.

Desta forma, o *Global Compact* oferece um amplo espectro de ferramentas de gestão e direcionamentos para práticas de sustentabilidade, sendo uma estrutura básica para o desenvolvimento, implementação e divulgação destas (RIO, 2016).

Uniethos (2013) apresenta um modelo para incorporar o desenvolvimento sustentável à cadeia têxtil. Segundo este modelo, a integração da sustentabilidade às atividades produtivas significa reavaliar ou mesmo descobrir novas formas de equilibrar aspectos econômicos, ambientais e sociais. Envolvendo mudanças voltadas a ampliar a competitividade por meio de cinco importantes questões: novos materiais, novos processos e tecnologias, cadeias de fornecimento eficientes e responsáveis, cooperação interfirmas e colaboração multistakeholders, ilustrado na figura 9.

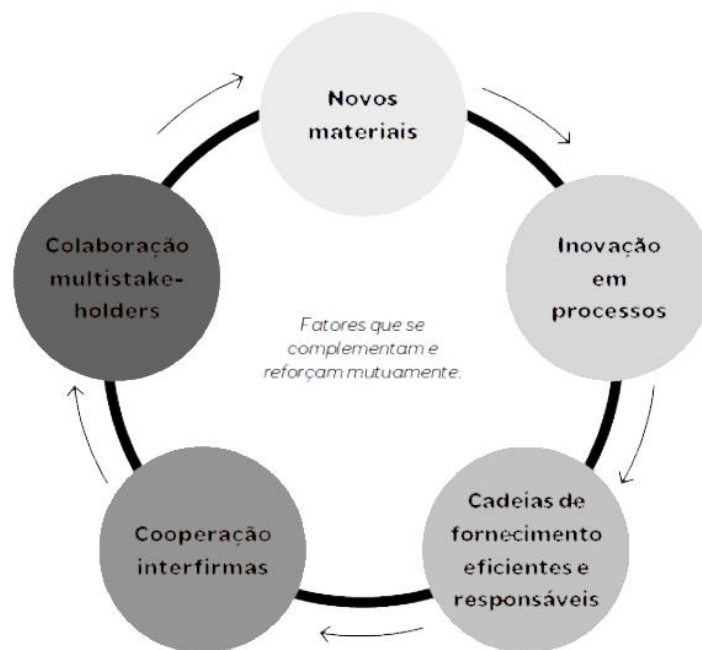


Figura 9 – 5 pontos de mudança.
Fonte: Uniethos, (2013).

1 - Novos materiais: engloba o uso de matérias com fontes renováveis; materiais que envolvem nível reduzido de insumos (água, energia e substâncias químicas); que são produzidos em melhores condições de trabalho para agricultores e produtores e materiais produzidos com menos desperdício, como os biodegradáveis e recicláveis.

2 - Inovação em processos: é a principal estratégia para aprimorar e tornar os processos mais eficientes e sustentáveis. Seja a inovação aplicada a uma etapa específica ou de maneira transversal em toda uma cadeia, permitindo a redução dos impactos sociais e ambientais.

3 - Cadeias de fornecimento eficientes e responsáveis: para usufruir ao máximo das capacidades instaladas e buscar a máxima eficiência nos processos, é necessário construir um posicionamento competitivo de empresas fornecedoras nas cadeias de suprimentos. Este posicionamento pode ser estruturado pelas cinco dimensões seguintes:

- **Competitividade empresarial:** capacidade de gestão do negócio associada ao uso de tecnologias de informação e comunicação, aumentando o fluxo de informações entre cliente e fornecedores e a agilidade no controle de estoques por toda a cadeia de valor.
- **Capacidade de desenvolvimento de produtos:** capacidade de inovar no design, desenvolvimento pleno do produto, juntamente com prototipagem rápida, são fatores críticos dos bons fornecedores.
- **Qualidade dos produtos e processos:** capacidade de colocar em prática métodos ágeis de organização do trabalho que melhorem a qualidade dos produtos e aumentem a produtividade, reduzindo desperdícios e retrabalhos. Promovido técnicas comoo lean manufacturing e lean production.
- **Pontualidade da entrega:** necessidade de respeitar os rígidos prazos de entrega impostos pelos clientes.
- **Responsabilidade socioambiental:** cadeia de valor controlada por sistemas de indicadores socioeconômicos e ambientais e concentração de relacionamento com parceiros com melhor performance, baseado no desenvolvimento de melhores práticas de produção e em critérios não só de qualidade, mas também no engajamento com os fornecedores, treinamento contínuo de funcionários, integração desde a concepção até o descarte de produtos. Logo, o foco concentra-se na aprendizagem colaborativa e sistêmica dos participantes da cadeia de valor.

4 - Cooperação interfirmas: além da dimensão 3, uma empresa pode buscar manter a vantagem competitiva não apenas na forma como interage com os seus fornecedores, mas também da por meio da concentração de empresas num determinado local e da cooperação entre elas. Formando um aglomerado ou *cluster* cujas empresas pertencentes apresentam especialização produtiva e mantêm vínculos de articulação, interação, cooperação e aprendizagem entre si e com outros atores locais, como as associações comerciais e empresariais, instituições de crédito, instituições de assistência técnica, universidades, organizações que oferecem apoio ao desenvolvimento da gestão, laboratórios, instituições públicas, entre outros.

Manter as conexões de um aglomerado são fundamentais para facilitar o acesso a insumos especializados de melhor qualidade e menor custo, mão de obra qualificada, acesso e troca de informações, induzindo o intercâmbio contínuo de ideias e de inovações.

5 - Colaboração multistakeholder: o diferencial nesta relação é o enfoque e a importância estratégica que vêm sendo dadas ao engajamento de partes interessadas no contexto específico da sustentabilidade e responsabilidade social, podendo contribuir para o desempenho econômico, permitindo à empresa:

- **Resolver problemas complexos:** as partes interessadas podem melhorar a perspectiva de uma empresa sobre questões e soluções para as quais possam não ter acesso por conta própria, incluindo a compreensão do contexto local.
- **Reduzir o risco reputacional:** relacionamentos contínuos com stakeholders fortalecem o conhecimento sobre as atividades produtivas e os mercados, ampliam a confiança e contribuem para construção de relacionamentos mais sólidos e estáveis.
- **Aumentar a confiança das partes interessadas:** aproximar a comunicação tende a tornar o relacionamento com as partes interessadas mais cooperativo e menos conflituoso.
- **Melhorar a imagem pública da empresa:** o engajamento bem-sucedido com as partes interessadas pode contribuir para uma visão positiva da empresa aos olhos de todos os seus stakeholders, incluindo clientes e empregados.
- **Melhorar a influência política:** empresas que trabalham com as partes interessadas ajudam a moldar os padrões da indústria; assim é maior a probabilidade de que suas preocupações sejam levadas em consideração na formulação da legislação. Nesse setor, uma ênfase especial é colocada no envolvimento com organizações políticas e governamentais, que devem proporcionar o quadro regulamentar e econômico em que a indústria opera.

Para Orsato (2009) o motivo para que o PE seja unificado a sustentabilidade é a pretensão para gerar melhores retornos econômicos ou vantagens competitivas. Mas, para isso, é preciso que as partes interessadas internas e externas apoiem a decisão e atribuam valor a elas, valor que muitas vezes é intangível. Além disso, após aceita a implementação da sustentabilidade, é difícil que a estratégia adotada esteja em acordo com todas as requisições

de melhorias sustentável aplicáveis ao PDIP ou mesmo satisfaça a todos os interessados. Diante disso, o autor apresenta quatro tipos genéricos de estratégias ambientais corporativas para transformar estes investimentos em fontes de vantagem competitiva. Conforme ilustra a figura 10.

Vantagem Competitiva	Diferenciação Baixo Custo	Estratégia 1: Ecoeficiência	Estratégia 4: Liderança em custo ambientais
		Estratégia 2: Além da conformidade legal	Estratégia 3: Ecomarcas
		Processos Organizacionais	Produtos e Serviços
		Foco Competitivo	

Figura 10 – Tipos Genéricos de Estratégias Ambientais Competitivas.
Fonte: Orsato, 2009 (adaptado pela autora).

Em geral, as empresas que se concentram em estratégias de ecoeficiência irá se beneficiar de custo operacional mais baixo e receita extra através de sinergias, como a transformação de subprodutos e resíduos em novos negócios. Estas vantagens econômicas constituem a razão fundamental para a implantação da estratégia 1 (visa desenvolver capacidades para aumentar continuamente a produtividade de seus processos organizacionais, enquanto diminui o impacto ambiental e os custos associado a eles). Para elaborar a primeira estratégia genérica, o autor se embasou na ideia de Porter que enfatiza a produtividade como o elemento-chave para as empresas a ganhar competitividade, ou seja, as empresas devem ser capazes de transformar os custos em lucros através da identificação de oportunidades escondidas para a inovação, tornando seus sistemas organizacionais mais eficientes. Nesta linha, a produtividade deve ser visualizada como uma forma de poupar materiais, aumentar os rendimentos de processo e melhorar o uso de subprodutos, pois resíduos significam a ineficiente na utilização de recursos (PORTER e CLAAS VAN DER LINDE, 1995; PORTER 1990).

O principal foco da segunda estratégia é direcionar os investimentos em melhorias sustentável que agregam na reputação da empresa, uma imagem positiva, que embora seja um ativo intangível, para as empresas que atuam em setores com forte pressão pública e gestão de riscos, isto seria um direcionamento para manter um diálogo e o reconhecimento das partes interessadas. Para tanto, nesta estratégia, os autores abordam sobre certificação corporativas, tais como GRI, ISO, entre outros; que influenciam o comportamento do consumidor.

A estratégia três trabalha com as ecomarcas, ou seja, empresas que ofertam produtos/serviços com preços mais elevados. O principal argumento para esta estratégia é que

apesar do preço ser mais alto, a eficiência de tal produto durante seu o longo ciclo de vida compensaria seu preço inicial. No entanto, essa estratégia exige mais esforços de marketing para vender a imagem de responsabilidade ecológica da empresa. Abrangendo também, a segunda estratégia.

A última estratégia é direcionada para empresas que atuam na liderança de baixo custo, ou e-custos, com foco estratégico para competir em segmentos de mercado existentes ou se inserir em novos. As empresas que são capazes de desenvolver tais produtos, obviamente, aumentam sua competitividade. Além de baixos custos, os líderes e-custos também são preparados para as necessidades cada vez mais exigentes para produtos sustentáveis.

Portanto, observa-se que as quatro estratégias não devem ser vistas como um modelo de fase, pois podem ser trabalhadas de forma independente. Sendo empregados para ajudar a pensar sobre o âmbito de estratégias proativas e identificar áreas de prioridade de acordo com a realidade enfrentada pela empresa. Em outras palavras, a divisão deve ajudar os gestores a escolher estratégicas entre diferentes tipos de ecoinvestimentos, bem como priorizá-los no tempo. Logo, entende-se que estratégia implica escolha, e escolha envolve *trade-offs*, que concite em optar por um fator em detrimento de outro. E assim como qualquer outra estratégia, a estratégia sustentável também deve conter escolhas consistentes, para que seja possível elaborar um planejamento estratégico. Segundo Porter (2008), uma estratégia consistente é a criação de uma posição única e valiosa, envolvendo um conjunto diferente de atividades não tão facilmente de ser replicadas, capazes de construir uma vantagem competitiva. Consequentemente, antes de implementar a sustentabilidade a empresa, é preciso que a mesma consiga visualizar o que ela representa e como poderá ser trabalhada, pois sua adequação não abrangerá, inicialmente, toda a empresa (BROMAN *et al.*, 2000).

Desta forma, entende-se que a missão e a visão adotada pela empresa podem configurar-se como elementos relevantes para estabelecer as bases para a formulação de metas e estratégias, assim como, os processos utilizados. Portanto, a implementação da sustentabilidade deve ser realizado, primeiramente, na missão, visão, metas e no PE da empresa para que o produto seja criado dentro do contexto sustentável, e deste modo, a sustentabilidade será um fator integrante do produto, configurando uma parte fundamental para o desenvolvimento do produto e não apenas uma característica, um elemento adicional.

Neste contexto, observa-se que a falta de apoio da alta administração é uma grande barreira para a implementação da sustentabilidade nas empresas. Portanto, à integração da sustentabilidade necessita que haja uma comunicação comum (linguagem / terminologia)

entre os níveis organizacionais para que os processos de decisão possam avaliar e priorizar entre as soluções alternativas quais são as prioritárias e acompanhar os seus efeitos, constituindo-se um processo de longo prazo (HALLSTEDT *et al.*, 2010). Assim, a sustentabilidade quando tratada como o elemento principal no desenvolvimento de produtos, ajuda a fortalecer o elo entre o PE e o PDP, tendo em vista que dependendo de como e onde os aspectos de sustentabilidade são trazidos para o PDP, torna-se possível inovar, reduzir os custos, aumentar os benefícios e gerar vantagem competitiva a empresa (HALLSTEDT *et al.*, 2013; ORSATO, 2009; WAAGE, 2007).

3.3 PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO (PDP)

O PDP visa identificar e traduzir as necessidades e requisitos dos consumidores em dados que permitam a elaboração de um produto. Deste modo, o PDP conduz cada fase do ciclo de vida do produto a soluções apropriadas. Ou seja, seus estágios possuem uma influência direta no produto final, uma vez que as decisões mais críticas são tomadas dentro do PDP, tais como: custo, desempenho, inovação, seleção de materiais, sustentabilidade e qualidade.

Para Clark e Fujimoto (1991) o PDP é um processo pelo qual uma organização transforma seus dados sobre as oportunidades de mercado e de possibilidades tecnológicas em informações vantajosas para fabricação de um produto. Em mesmo ano, Pugh (1991) descreve que o PDP é a sistemática estruturada na identificação do mercado, necessidade dos usuários e venda de produtos capazes de satisfazer estas necessidades. Sendo assim, uma atividade que conglomerava produto, processo, pessoas e organização. Igualmente, Smith (2002) argumenta que o PDP é o processo que converte necessidades e requisitos dos clientes em informação para que um produto possa ser produzido. Já para os autores Urban e Hauser (1993), o PDP é um processo decisório constituído de cinco passos: identificação da oportunidade de mercado, projeto, teste, introdução no mercado e gerenciamento do ciclo de vida. Aqui, já é possível identificar uma definição mais próxima ao desenvolvimento de produtos sustentáveis uma vez que engloba o gerenciamento do ciclo de vida.

Além destes, Rozenfeld *et al.* (2006) define que o PDP é um processo de negócio que visualiza o desenvolvimento de produtos como um conjunto de atividades por meio das quais busca-se, a partir das necessidades do mercado e das possibilidades; restrições tecnológicas e estratégias competitivas, chegar às especificações do projeto de um produto. Na literatura é possível encontrar diversas conceptualizações para o PDP, que em geral, resultaram em

transformações significativas na visão sobre como desenvolver produtos. Entre essas, pode ser citada a abordagem da Engenharia Simultânea.

A Engenharia Simultânea, como o próprio nome descreve, é uma sobreposição ou simultaneidade de etapas do PDP, como mostra a figura 11. Esta compactação de etapas implica numa redução significativa ciclo de desenvolvimento, ou seja, do tempo e dos custos do projeto. Em contrapartida, aumenta a qualidade do produto e o foco no cliente. É uma filosofia empregada ao PDP constituída pelos princípios: cooperação e confiança nos envolvidos; compartilhamento de informações e conhecimentos; engajamento dos consumidores e fornecedores; análise do ciclo de vida completo do produto (concepção ao descarte) (CASAROTTO *et al.*, 1999).

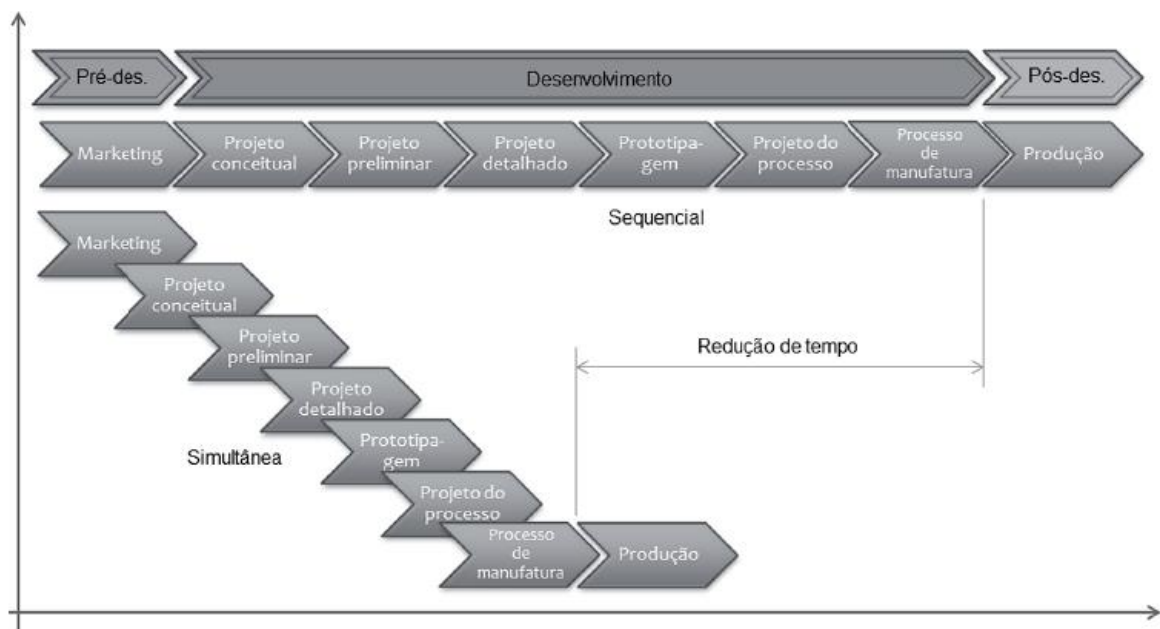


Figura 11 – Engenharia Simultânea.
Fonte: Casarotto *et al.*, 1999 (adaptado pela autora).

Nesta análise sobre as contribuições evolutivas ao PDP, outra vertente que também merece destaque foi o trabalho produzido por Cooper (1990), denominado de Stage-Gates (figura 12). Em seu estudo, Cooper (1990) contribuiu com a implementação de um processo sistemático de avaliação e transição das fases pertencentes ao PDP. Integrando-o com o processo decisório do planejamento estratégico. Esta filosofia busca garantir o desempenho e a qualidade do desenvolvimento; tomada de decisão nos projetos e as mudanças no ambiente. Fortalecendo e evidenciando ainda mais o impacto do desenvolvimento na estratégia dos produtos.

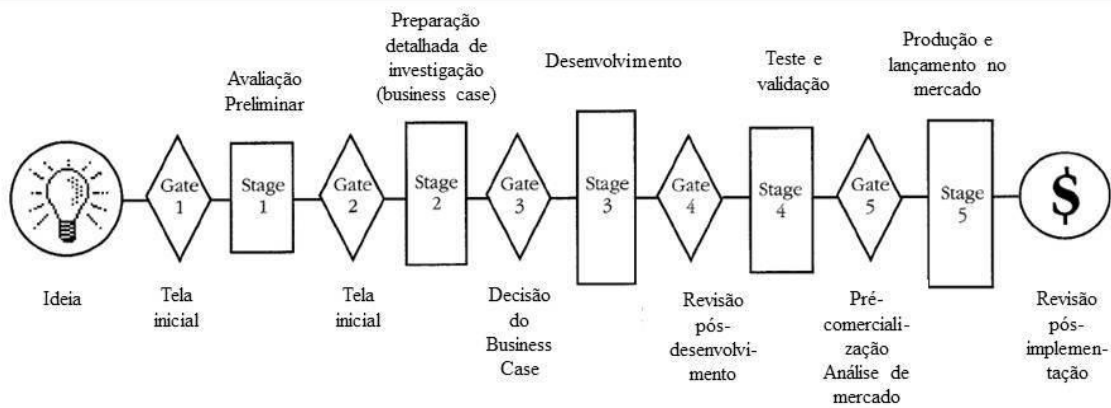


Figura 12 – Stage-Gates.

Fonte: Cooper, 1990 (adaptado pela autora).

Para Cooper (1990), o PDP deve ser multidisciplinar e integrado, dedicando mais à engenharia do produto e ao marketing. Seu modelo divide o PDP em vários estágios (*stage*), sendo que ao final de cada estágio, há um processo formal de análise estratégica para tomada de decisão (*gates/portões*). Em outras palavras, é baseado na análise das entregas incididas nos estágios e estas são verificadas nos portões. Além de avaliar a qualidade, os portões analisam se o produto continua sendo estrategicamente e economicamente atraente para a empresa.

Além destas duas contribuições, outro ocorrido importante para a literatura do PDP foi o alinhamento entre as atividades deste ao Planejamento Estratégico, descrito nas subseções anteriores. A partir disso, as estratégias mercadológicas, a estratégia de produção e a estratégia tecnológica passam a influenciar o desdobramento do PDP. Um modelo que consolidou essas alterações na estrutura estratégica para o desenvolvimento de produtos foi o Funil de Desenvolvimento, de Clark & Wheelwright (1993). Assim como descreve o nome, o modelo representa a ideia de um funil, caracterizado pela seletividade dos projetos. O objetivo é mostrar que as alternativas elaboradas são eliminadas com o avanço das ideias convergentes. Portanto, há uma redução contínua das incertezas inerentes ao projeto.

Clark e Wheelwright (1993) destacam que o PDP inicia pelo planejamento de um conjunto de projetos (alternativas de produtos). Tais projetos são submetidos há um processo de negócio formado por avaliações que excluem alguns produtos. Restando apenas os que possuem maior probabilidade de sucesso no mercado, garantindo a eficácia e o atendimento às metas da estratégia competitiva da empresa.

Para Rozenfeld *et al.* (2006), estas três abordagens (Engenharia Simultânea, Stage-Gates e Funil) podem ser classificadas como a era do Desenvolvimento Integrado do Produto, pelo motivo de possuírem as seguintes características: visualizam o desenvolvimento de

produtos como um processo; inserem o PDP na estratégia geral e cultura da empresa; tratam o desenvolvimento de tecnologias e de produtos como fundamental para a estratégia e a capacidade competitiva da empresa; apresentam simultaneidade e superposição de informações e de atividades ; ampliam a capacidade e intensidade de comunicação entre os setores e departamentos, possibilitando a coparticipação multidisciplinar; integram fornecedores desde o início do desenvolvimento e há mais facilidade de fazer alianças estratégicas para o projeto; revisão e avaliam os projetos constantemente e para os profissionais tendem a ser mais promoções tanto vertical quanto horizontal.

Contudo, os desafios mais recentes para o desenvolvimento do PDP exigem ainda mais integração, comunicação e compatibilidade das decisões. Por isso, a literatura sobre o tema seguiu evoluindo e apresentando novas metodologias, entre elas está a do Desenvolvimento Lean, que forneceu uma visão mais orgânica do processo através da máxima simplificação e redução da formalização do processo; valorização do trabalho em equipe; experimentação e a aprendizagem. Nesta linha também é encontrada abordagem *Capability Maturity Model Integration* (CMMI), proposta pela Software Engineering Institute (SEI). É um modelo sistematizado para o desenvolvimento das fases do PDP, fornecendo níveis de maturidade com relação às práticas e indicadores empregados. No direcionamento para a sustentabilidade, algumas abordagens fazem uma releitura nas técnicas de PDP, das quais podem ser citadas como exemplos: Brezet e van Hemel (1997) sobre a Matriz MET e Maxwell e van der Vorst (2003) que apresentam a integração da sustentabilidade ao PDP por quatro macro fases: desenvolvimento do conceito, ciclo de vida, práticas sustentáveis para a gestão da cadeia de suprimentos e a otimização dos impactos sustentáveis.

3.4 DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS COM FOCO NA SUSTENTABILIDADE

A sustentabilidade tem sido reconhecida como um passo necessário em todas as etapas do ciclo de vida de um produto, não apenas na fase de produção (KAEBERNICK *et al.*, 2003). Por isso, a produção sustentável pode ser definida como uma abordagem integrativa onde as exigências socioambientais são consideradas em todas as fases do desenvolvimento do produto (VINODH e RATHOD, 2010). Neste prisma, fica evidente que as organizações possuem um alto potencial para apoiar a evolução da sociedade em prol do desenvolvimento sustentável, haja vista que estas são as principais responsáveis pelo lançando e promoção de produtos, alterando e remodelando o comportamento da sociedade.

O desenvolvimento de produtos focado nos aspectos da sustentabilidade tende a dar mais atenção às considerações ambientais e econômicas, motivado pelo seu resultado mais rápido e visível (LOISEAU *et al.*, 2016). Pelo aspecto ambiental, a interação entre o sistema de produção e a natureza gera impactos negativos por duas formas: como *inputs*, ou seja, entradas de recursos naturais escassos no sistema de produção; e posteriormente como *outputs*, que são as saídas de substâncias causadas pelo sistema de produção para o meio ambiente. Essas duas vias de interação tende a provocam impactos ambientais negativos com diversos níveis de alcance, tais como: a poluição do ar, resíduos sólidos, acidificação, eutrofização, efeito estufa, depreciação da camada de ozônio, escassez ou extinção de substâncias naturais, etc (VEZZOLI *et al.*, 2015; VEZZOLI *et al.*, 2014; LANOË *et al.*, 2013).

Pelo aspecto econômico, a sustentabilidade pode interagir com três tipos de capitais: capital financeiro (capital, dívida), capital tangível (máquinas, terrenos, estoques) e capital intangível (reputação, invenções, conhecimentos e rotinas organizacionais) (DYLLICK e HOCKERTS, 2002). Segundo UNEP (2011), a economia sob o foco da sustentabilidade é definida como aquela que resulta na melhoria do “bem-estar e igualdade social, enquanto reduz significativamente os riscos ambientais e a escassez ecológica”. Também, visa à redução da emissão de carbono, o uso eficiente de recursos, a preservação do capital natural e a inclusão social.

Assim, como citado anteriormente, a dimensão social é menos representada e enfatiza estabelecer uma sociedade que busca aumentar o bem estar humano, por meio da melhor distribuição de renda, condições de trabalho, aumento da empregabilidade, segurança de emprego, respeito aos direitos humanos e a diversidade cultural, acesso à informação e educação, entre outros. Logo, o desenvolvimento da sustentabilidade social em produtos e serviços é menos visível, sendo implementada como um dos valores intangíveis. Este fato nós ajuda a entender o motivo desta dimensão ser a menos atendida, pois sua elaboração necessita manter ligações com as estratégias e cultura da empresa, implicando em modificações internas e externas (LOISEAU *et al.*, 2016; LONGONI e CAGLIANO, 2015; BARKEMEYER e HOLT, 2014; VEZZOLI *et al.*, 2014; HART e DOWELL, 2011; BELLEN, 2006).

Portanto, o desenvolvimento de produtos sustentáveis (DPS) é uma questão central para tornar os produtos mais sustentáveis. Envolvendo o planejamento dos processos produtivos para gerar novas propostas de valor que preencham os critérios socioambientais. Podendo ser visto como uma forma de agregar a responsabilidade de mudança sobre o modo no qual projetamos, fabricamos e consumimos (KURUCZ *et al.*, 2017; MCLENNAN, 2004;

KLOEPFFER, 2003). Tornando o design um elemento estratégico para a remodelação social, visando atingir um desenvolvimento concreto, ou seja, avanços que representam melhorias de longo prazo significativas sobre os aspectos do 3BL, sem causar danos que impossibilitem a continuidade deste progresso.

Analisando cada fase do PDP pelo espectro da sustentabilidade, é possível observar que nas fases iniciais, correspondentes à construção e seleção do conceito, causam poucos impactos. Logo, as fases mais degradantes são a materialização do conceito (protótipos e testes), a produção do produto e o descarte total do material (THACKARA, 2008; KAZAZIAN, 2005). Assim, a aliança entre o desenvolvimento de produtos e a sustentabilidade, que começou a ser traçada nas décadas de 1970 e 1980, tem sido discutida e praticada sobre diferentes aspectos. Mais especificamente, sobre o escopo de diferentes metodologias e modelos.

Uma das metodologias pioneiras foi a Balanço de Massa, por Ayres e Kneese (1969), com enfoque de mostrar futuras melhorias através da avaliação quantitativa dos *inputs* e *outputs* de recursos e matérias-primas nos processos produtivos e da elaboração de fluxogramas. Posteriormente, é apresentado o termo *Green Design* ou Design Verde, oriundo do estudo pioneiro de Buckminster Fuller e Victor Papanek, direciona-se a proteção ambiental dos impactos negativos causados pela atividade de produção, por meio do princípio “fazer mais com menos”, ou seja, visa a redução-reuso-reciclagem, também conhecido pela sigla 3R que diz respeito à redução da poluição e matéria-prima usada no processo de produção, ao reaproveitamento de toda ou partes destas através do desenvolvimento de novos produtos e a reciclagem. Além disso, nesta fase inicial de discussão, o uso de energia provida de fontes renováveis e sua otimização também constituíram pontos importantes. Igualmente, Kuo (2002) completa que o projeto de produtos deve focar em eficiência de recursos por meio da simplificação, padronização e modulação; multifuncionalização do produto através do design e a redução da emissão de poluentes no transporte. Contudo, o termo Design Verde foi sendo substituído pelo termo Ecodesign. Esta substituição não só representou uma mudança na nomenclatura, como também um alargamento do âmbito de aplicação da teoria em prática (BAUMANN *et al.*, 2002).

A abordagem apresentada pelo Ecodesign se diferencia significativamente do Design Verde pelo foco no ciclo de vida dos produtos, que se principia na extração de matérias-primas e encerra-se na disposição final, permitindo identificar as fases de produção com maior impacto ambiental e as intervenções estratégicas necessárias no design deste (BOKS e MCALOONE, 2009; PIGOSSO *et al.*, 2015). Ou seja, o ecodesign torna o ambiente um

piloto que ajuda a definir a direção das decisões do PDP, dando-lhe a mesma importância que os outros valores industriais mais tradicionais como, por exemplo: lucro, funcionalidades ou imagem (BOKS, 2006; BAUMANN *et al.*, 2002; BINSWANGER, 2001).

Em definição da ISO 14006, o ecodesign é a integração dos aspectos ambientais na concepção e desenvolvimento de produtos, com o objetivo de reduzir os impactos ambientais adversos durante todo o ciclo de vida do produto (STANDARD INTERNATIONAL, 2011).

Para Herva e Roca (2013) o ecodesign é uma estratégia mais ampla que pode ser empregada em nível corporativo para cumprir com as leis e instrumentos de gestão, definindo-o como a introdução sistemática de preocupações ambientais durante o design e o desenvolvimento de produto. O objetivo desta estratégia, pela visão de Karlsson e Luttropp (2006), é criar soluções sustentáveis que satisfaçam as necessidades e os desejos humanos.

Para estes dois últimos autores, o ecodesign pode ser interpretado como um projeto inter-relacionado de modo mais inteligente com a natureza. Por isso, deve promover a capacidade de síntese em processos de concepção e desenvolvimento do produto, por meio da criatividade combinada com a pró-atividade e a ecoeficiência (KARLSSON e LUTTROPP, 2006). Entretanto, Deutz *et al.* (2013) apontou para a lacuna significativa entre a teoria e a implementação do ecodesign. Segundo estes, o ecodesign precisa ir além de nichos de mercado, a fim de alcançar um impacto ambiental significativo. Pois, a literatura desde o seu início tem se concentrado em ferramentas de concepção ecológica ao em vez de ferramentas para a gestão ambientalmente correta, ocasionando a falta de um roteiro para apoiar as empresas na melhoria contínua da implementação do ecodesign (PIGOSSO *et al.*, 2013; PIGOSSO, 2012; ARANA- LANDIN e HERAS-SAIZARBITORIA, 2011; BOKS e STEVELS, 2007; BAUMANN *et al.*, 2002). Além disso, a literatura também destacou que as empresa demoram a utilizar ferramentas e técnicas para o desenvolvimento de produtos sustentáveis porque estas não são modelos genéricos e demandam de tempo para serem aplicáveis. Por isso, Bovea e Pérez-Belis (2012) argumentam que para aumentar o uso destas ferramentas é preciso que haja um melhor planejamento em sua concepção tendo como foco o seu emprego conjuntamente com as ferramentas e técnicas existentes.

Em adição, a integração das questões sustentáveis ao PDP também pode ocorrer através da abordagem Produção Mais Limpa (P+L), elaborada pelo Programa das Nações Unidas para o Ambiente (UNEP) em 1989. O conceito da P+L é promover uma mudança de atitude gerencial das empresas baseando-se em políticas ambientais para tomar decisões melhores sobre as tecnologias disponíveis que serão aplicadas de modo contínuo no processo produtivo. Construindo estratégias com a finalidade de aumentar a ecoeficiência e reduzir o

risco para as pessoas envolvidas e para o meio ambiente, através da não geração, minimização ou reciclagem dos resíduos e da redução das emissões de poluentes. Em síntese, os benefícios ambientais e econômicos da P+L são, (RIO, 2016):

- Eliminação de desperdícios.
- Minimização de matérias-primas e de outros insumos.
- Redução ou eliminação dos resíduos e emissões.
- Redução dos custos de gerenciamento dos resíduos.
- Redução de gastos com multas e outras penalidades.
- Aumento da eficiência energética.
- Aumento da produtividade.
- Melhoria na saúde e segurança do trabalho.
- Desenvolvimento de produtos ambientalmente adequados.
- Fortalecimento da imagem da empresa.
- Conscientização dos funcionários.

Conforme descreve Rio (2016), a implementação da P+L deve incluir o comprometimento da direção da empresa com os princípios e a avaliação de sustentabilidade. Pois, quando atingido o resultado estabelecido, novas metas deverão ser estabelecidas, buscando a melhoria contínua dos processos. Também, é necessário que todos os funcionários da empresa estejam informados sobre o andamento do processo, para que possam se engajar e implementar as ações precisas.

Outra metodologia requerida é o Design for Environment (DfE), oriunda do projeto Design for X (DfX). O DfE é composto por diretrizes ecológicas de projeto (ambiental e social), como uma lista de verificação, empregada pela equipe de desenvolvimento durante o processo de desenvolvimento de um novo produto (FIKSEL, 1993).

Conforme Veleva *et al.* (2001), a produção sustentável é a criação de bens e serviços usando processos e sistemas que são: não-poluente; conservam energia e recursos naturais; economicamente viável; seguros e saudáveis para os trabalhadores, as comunidades e os consumidores; e, socialmente e criativamente gratificante para todos os trabalhadores. Por isso, os autores também se concentram na mesma linha de pesquisa de HALLSATED, (2017); HALLSTEDT, (2016); HALLSTEDT *et al.*, (2013); HALLSTEDT *et al.*, (2010); JOHNSTON *et al.*, (2007); WAAGE, (2007); PUJARIA *et al.*, (2004) ; KAEBERNICK *et al.*, (2003); argumentando que a definição e os princípios de produção sustentável apresentam

uma visão e objetivos de longo prazo para as empresas que optam por se tornarem mais sustentáveis. No entanto, esta visão e objetivos de longo prazo por si só podem não ser suficientes para que uma empresa desenvolva um sistema de produção mais sustentável. É preciso o desenvolvimento de ferramentas para ajudar as empresas a entender os problemas com os sistemas de produção existentes e, em seguida, definir objetivos específicos e medir o progresso rumo à produção sustentável, priorizando as práticas de concepção ecológica a ser empregada tanto nos projetos quanto na concepção ecológica no negócio (ALBLAS *et al.*, 2014; D'IPPOLITO, 2014; HALLSTEDT *et al.*, 2013; HERVA e ROCA, 2013; BOKS e STEVELS, 2007).

Outro fator apontado é a lacuna na integração da literatura de Desenvolvimento de Novos Produtos (DNP)⁸ e a literatura sobre ecodesign (PIGOSSO *et al.*, 2013; PIGOSSO, 2012; LUTTROP e LAGERSTEDT, 2006; JOHANSSON, 2006; ROZENFELD *et al.*, 2006; BAUMANN *et al.*, 2002). Spangenberg *et al.* (2010) discutem a diferença entre a abordagem sobre sustentabilidade e design, destacando que a sustentabilidade desempenha um papel de menor relevância na educação e na prática de designer e engenheiros. Ainda, Spangenberg *et al.* (2010) salienta que é preciso propagar a aprendizagem sobre o ecodesign através de uma metodologia integrativa e interdisciplinar, cursando uma abordagem de gestão de mudança em busca de um processo de implementação do ciclo de vida de produto e o desenvolvimento sustentável adaptado para a cultura da empresa, considerando uma série de fatores humanos, incluindo a participação dos trabalhadores, a formação, a resistência a mudanças entre outros. Nesta mesma linha, Sakao e Shimomura (2007) argumentam que as falhas em desenvolver produtos com a visão do ecodesign se encontra na formação dos designers e engenheiros, uma vez que o problema necessita de um espectro multidisciplinar. Em resumo, ainda não está evidente para as empresas como gerenciar o processo de integração da sustentabilidade para o desenvolvimento de produtos. No entanto, há diversas abordagens dialogando sobre o tema, entre estes estão os métodos e as ferramentas; apresentadas na subseção a seguir.

3.4.1 Ferramentas e métodos para a integração da sustentabilidade ao PDP

Conforme Manzini e Vezzoli (2002) argumentam, para se obter uma vantagem competitiva ecologicamente orientada é preciso que a empresa tenha a capacidade de individualizar um mix de produtos e serviços diversos oferecidos pela concorrência, tal mix

⁸ *New Product Development (NPD).*

deve ser aceito pelo mercado e apresentar uma qualidade ambiental mais elevada. Para isso, é necessários que sejam redefinidos o conjunto das *best practices* e das *best technologies*. Um dos caminhos é via o uso de ferramentas e métodos.

Nesse sentido, a literatura agrega diferentes tipos de ferramentas e métodos com o propósito de facilitar a escolha sobre as diferentes maneiras de implementação da sustentabilidade. Enfatizando que ferramentas e métodos devem ser interpretados como um meio sistemático para trabalhar com as demandas ambientais durante o processo de desenvolvimento do produto (BYGGETH e HOCHSCHORNER, 2006; BAUMANN *et al.*, 2002).

É possível observar que as ferramentas e métodos com viés sustentável, em grande maioria, objetivam: analisar, avaliar, selecionar e definir as prioridades para melhoria. Apoiar à geração de ideias na conceitualização dos produtos e desenvolver modos de tomadas de decisões e inter-relacionamentos com os outros pontos fundamentais ao processo de produção. Tais ferramentas e métodos podem ser categorizados como sendo quantitativas e/ou qualitativas. Ainda, os métodos e ferramentas podem ser identificados por quatro tipologias: (1) matrizes; (2) listas de verificação; (3) diagramas de rede ou polares e (4) listas de estratégias (WONG *et al.*, 2010; BYGGETH; HOSCHHORNER, 2006).

O escopo das matrizes é originar diretrizes para avaliar o impacto dos critérios de avaliação de um produto ou soluções para seu desenvolvimento, tendo como base um produto de referência. Assim como delinear as prioridades. Exemplos desta tipologia são: Processo de Análise Hierárquica (*Analytic Hierarchy Process (AHP)*), Matriz MECO, Matriz MET, Matriz de Avaliação da Responsabilidade Ambiental do Produto (*Environmentally Responsible Product Assessment Matrix (ERPA)*) e Desdobramento da Função Qualidade para o Ambiente (*Quality Function Deployment for Environment (QFDE)*).

Elaborada por Saaty (1980), o Processo de Análise Hierárquica (*Analytic Hierarchy Process (AHP)*) não tinha o desígnio é ser aplicado especificamente em estudos com escopo sustentável, no entanto, é uma ferramenta flexível que usa estruturas hierárquicas ou de rede para a tomada de decisão de multicritérios encontrados em problemas complexos. Por este fato, aliado a sua fácil adaptação e a complexidade em trabalhar com as avaliações sobre os impactos ambientais dos produtos, a AHP começou a ser adicionada ao estudo sobre sustentabilidade.

A AHP permite uma consideração sistemática do problema, através da comparação de pares e dos julgamentos de especialistas para derivar as escalas prioritárias, identificando todos os fatores importantes que podem influenciar uma decisão alternativa (BEREKETLI e

GENEVOIS, 2013). Também, permite a participação das partes interessadas; reduz a complexidade das decisões de uma série de comparações simples; facilita a aceitação do resultado final e; considera fatores quantitativos e qualitativos no processo de tomada de decisão (CHOI *et al.*, 2008; MADU *et al.*, 2002).

O AHP realiza comparações empregando uma escala de julgamentos absolutos que representa o poder que um elemento domina o outro em relação a um determinado atributo. Neste contexto, o nível mais elevado reflete o objetivo geral do tomador de decisão. E tais elementos são chamados de critérios, representados em níveis intermediários. Os critérios podem ser divididos em subcritérios e caracterizados como objetivos ou subjetivos. Uma vez que os critérios são definidos, eles devem ser avaliados quanto à sua contribuição para a meta ou para o nível superior. O nível mais baixo na hierarquia contém as opções da decisão, que são chamados de alternativas. Ainda, as comparações de pares para cada nível são efetivadas aplicando uma escala de nove pontos proposto por Saaty (2008), apresentada na tabela 8:

A escala fundamental de números absolutos		
Intensidade de Importância	Definição	Explicação
1	Igual importância	Duas atividades contribuem igualmente para o objetivo
2	Fraco ou ligeira	
3	Importância moderada	Experiência e julgamento favorecem ligeiramente uma atividade em detrimento de outro
4	Moderado mais	
5	Grande importância	Experiência e julgamento favorecem fortemente uma atividade em detrimento de outro
6	Mais forte	
7	Muito forte ou demonstraram importância	Uma atividade é fortemente favorecida sobre outra; seu domínio é demonstrado na prática
8	Muito, muito forte	
9	Importância extrema	A evidência favorecendo uma atividade em detrimento de outra é da ordem mais alta possível de afirmação

Tabela 8 - A escala fundamental de números absolutos.

Fonte: Saaty, 2008.

A Matriz MECO (Materials, Energy, Chemicals and Others⁹), é um método desenvolvido por Wenzel (1998) com foco na sustentabilidade. Seu objetivo principal é estimar a redução do impacto ambiental em cada fase do ciclo de vida (fornecimento de matéria-prima, manufatura, uso, disposição e transporte) através de cálculos das quantidades de materiais (M), energia (E), químicos (C) e outros materiais (O) utilizados na produção e uso do produto. Os resultados avaliação são qualitativos e quantitativos (Wenzel, 1998).

⁹ Matriz MECO (Materiais, Energia, Químicos e Outros).

A Matriz MET (Materiais, Energia, Toxicidade), desenvolvido por Brezet e Van Hemel (1997), é uma ferramenta voltada para analisar o desempenho e identificar os maiores problemas ambientais ocorridos em todo o ciclo de vida do produto (produção, uso e descarte). Quando identificados, são empregados para elaborar diferentes estratégias ambientais focadas na melhoria do desempenho ambiental do produto. Os impactos ambientais são classificados nas categorias Ciclo de Materiais (M), Uso de Energia (E) e Emissões Tóxicas (T). Sua matriz é preenchida por linhas que correspondem às fases do ciclo de vida do produto e colunas que correspondem ao material, energia e os resíduos utilizados ou produzidos pelo produto. Os resultados e os dados utilizados podem ser tanto qualitativos quanto quantitativos. (BYGGETH e HOSCHHORNER, 2006).

A Matriz de Avaliação da Responsabilidade Ambiental do Produto (*The Environmentally Responsible Product Assessment Matrix* (ERPA)) arquitetada por Greadel e Allenby (1995) é um o método semi-quantitativo que estima o potencial de melhorias de um produto de acordo com o seu desempenho ambiental atual e desejado, averiguando por cinco critérios (escolha de materiais, uso de energia, resíduos sólidos, efluentes líquidos e emissões gasosas) em todas as fases do seu ciclo de vida (pré-manufatura, manufatura, distribuição, uso e 3R). Sua matriz 5x5 gera uma importância para cada critério através de listas de verificação. Tais critérios são empregados para classificar o impacto ambiental de cada fase do ciclo de vida, pela pontuação de 0 a 4; onde 4 significa a melhor performance ambiental. O resultado da responsabilidade ambiental do produto é obtido pela soma dos valores atribuídos a todas as linhas e colunas da matriz. Assim, o parâmetro de análise é que quanto maior for a pontuação de produto, melhor será o seu desempenho ambiental (BYGGETH e HOSCHHORNER, 2006; GRAEDEL, 1996).

Por fim, na tipologia matriz, o Desdobramento da Função Qualidade para o Ambiente (*Quality Function Deployment for Environment* (QFDE)) é uma ferramenta desenvolvida para a incorporação dos aspectos ambientais no QFD (*Quality Function Deployment*) tradicional. O QFD é um método direcionado para desenvolver um design de qualidade visando a satisfação do consumidor. Ele traduz as demandas dos consumidores em metas apropriadas para cada fase do desenvolvimento de produtos e produção (ou seja, estratégias de marketing, planejamento, design e engenharia de produtos, avaliação de protótipos, processo de produção desenvolvimento, produção, vendas) (YOUNESI e ROGHANIAN, 2015; YU *et al.*, 2015; BERKETLI e GENEVOIS, 2013; TRAPPEY *et al.*, 2011; SULLIVAN, 1986).

Com os avanços nas pesquisas de ferramentas sustentáveis, as aplicações do QFD foram ampliadas para a sustentabilidade. Entre eles, podemos citar: Cristofari *et al.* (1996),

que desenvolveu o Green QFD (GQFD) para integrar a análise do ciclo de vida e o QFD para avaliar os produtos usando considerações ambientais. Zhang *et al.* (1999); Zhang *et al.* (2011) melhorou esta ferramenta através da apresentação do GQFD II que integra a avaliação do ciclo de vida, ciclo de vida de custos e QFD em uma ferramenta eficiente que atende aos requisitos de cliente, ambientais e custo ao longo de todo o processo de desenvolvimento do produto. Sakao (2007) propõe uma metodologia de três ferramentas de projeto geral: LCA (Life Cycle Assessment), QFDE, e TRIZ (Teoria da Resolução de Problemas Inventivos) para apoiar eficazmente o design de produto ambientalmente consciente. Contudo, o estudo mais referenciado é o QFDE concebido por Masui *et al.* (2003), destinado a ser usado nas fases iniciais de concepção do produto.

O QFDE é estruturado por quatro fases, sendo as fases I e II dedicadas a identificar as unidades funcionais do produto. Já as fases III e IV analisam as melhorias de design do produto necessárias, através da identificação da combinação entre as métricas de engenharia e as partes dos produtos a serem melhoradas, avaliando seus efeitos de mudança por meio da voz do consumidor, que são informações semi-quantitativa agregadas nas fases I e II. Portanto, as funções requisitadas para o processo ou produto são analisadas, auxiliando os desenvolvedores a selecionar a melhor alternativa de design para a diminuição do impacto ambiental dos produtos (MASUI *et al.*, 2003).

A tipologia listas de verificação objetiva desenvolver a avaliação detalhada de cada critério listado tanto a nível estratégico do design quanto das fases do ciclo de vida do produto. Geralmente são ferramentas apresentadas em forma de tabelas que analisam e verificam as variações através da classificação alfabética ou com sinais. Exemplos desta tipologia são a Lista de Verificação ABC e o Método Ecodesign Checklist (*Ecodesign Checklist Method* (ECM)).

A Análise ABC, também denominada como Análise de Pareto ou Regra 80/20 é um método de classificação de itens, eventos ou atividades de acordo com a sua importância. Seu desígnio também não é ser aplicado especificamente em estudo com escopo sustentável, no entanto, pelo fato de sua fácil adaptação, seu emprego dentro destas abordagens é frequentemente observado em avaliações sobre os impactos ambientais dos produtos (MOTA, *et al.*, 2015) e na gestão de estoques sustentável para classificar os custos e impactos ambientais de armazenagem (WONG *et al.*, 2010). Esta ferramenta utiliza a classificação alfabética para avaliação dos impactos ambientais em um dos seguintes tipos: A = problemática, ação necessária, B = médio, para ser observado e melhorado, C = inofensivo, nenhuma ação é necessária. Quando aplicada a produtos, pode abranger o ciclo de vida

(MOTA, *et al.*, 2015; TCHERTCHIAN, *et al.*, 2013; WONG *et al.*, 2010; KOREVAAR, 2004).

Com características similares, o Método Ecodesign Checklist (*Ecodesign Checklist Method* (ECM)), elaborado por Wimmer (1999) ajuda a identificar os principais problemas ambientais ao longo do ciclo de vida de um produto através de questionamentos. As avaliações das soluções são qualitativas, apresentadas em uma lista com os critérios categorizados em: bons, indiferentes, ruim ou irrelevante (BYGGETH e HOSCHHORNER, 2006; WIMMER, 1999). As metas de melhoria do ECM incluem: usabilidade do produto; baixo consumo de recursos e evitar o desperdício (fases de produção e uso); durabilidade; reutilização do produto e peças; reciclagem de produtos e matérias-primas (WIMMER, 1999).

O ECM é estruturado em três módulos: análise de peças; análise da função e análise de produtos. O módulo análise de peças averigua os componentes do produto pelo viés do ciclo de vida em oito critérios: material, fabricação, tempo de vida, funcionalidade, manutenção, reparação, desmontagem e reciclagem. A análise da função aponta quais funções do produto estão aquém dos critérios de concepção ecológica. Averiguado pela a árvore da função do produto, ou seja, a função principal e análise de valor; determinação do cumprimento de cada parte da função e, em seguida, a avaliação da função pode ser realizada de modo a mais crítica no que diz respeito aos requisitos de concepção ecológica. Na análise do produto, todo o produto é investigado com base na funcionalidade e desempenho do produto na fase de utilização. Seus critérios para diagnóstico são: uso, funcionalidade, consumo, emissão e distribuição. A partir disso, as necessidades de melhoria são apontadas com base nos pontos fracos identificados. Assim, a reengenharia do conceito do produto é iniciado. A estrutura do método pode ser observada na figura 13:

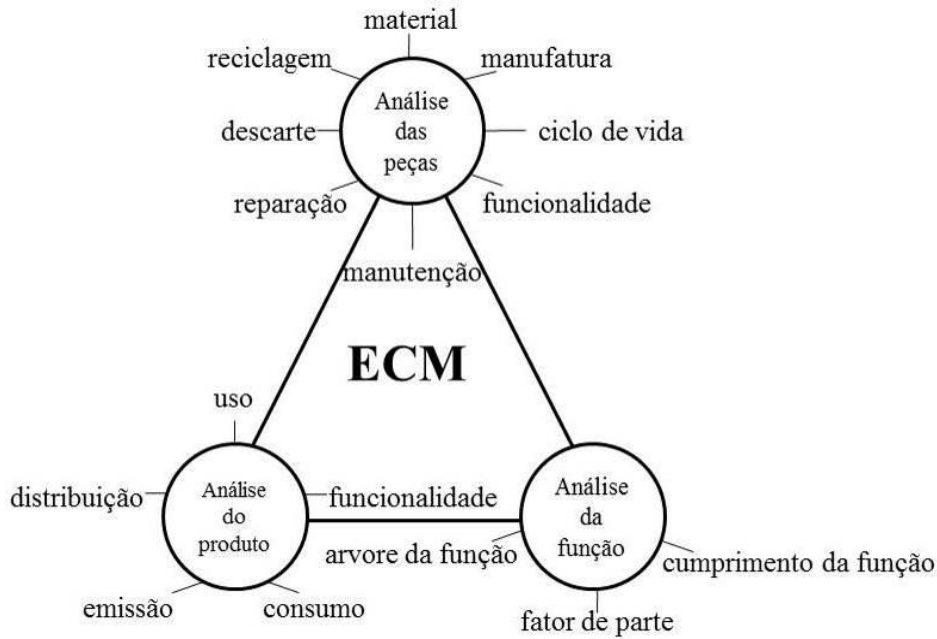


Figura 13 – Estrutura do ECM.
Fonte: WIMMER (1999), traduzida pela autora.

A fase de geração de conceito é a etapa mais adequada para o emprego do ECM, pois a ideia do produto já foi desenvolvido e é possível projetar as fases do ciclo de vida do produto (produção, distribuição, utilização, valorização e eliminação) (WIMMER, 1999).

A terceira tipologia, diagramas de rede ou polares constituem um grupo de ferramentas frequentemente utilizadas no desenvolvimento de produtos sustentáveis por serem simples e demandarem pouco tempo. São apresentadas como uma teia de aranha, onde são avaliados, de modo qualitativo, determinados critérios. Um exemplo desta tipologia é a Roda das Estratégias de Design para o Ciclo de Vida (*Lifecycle Design Strategy Wheel* (LiDS-Wheel)).

A LiDS-Wheel é uma ferramenta concebida por Brezet e van Hemel (1997) com o propósito de gerar uma visão geral do potencial de melhoria ambiental para o designer. Sua estrutura consiste em selecionar e comunicar as estratégias de concepção ecológica por meio de oito estratégias: (x) desenvolvimento do novo conceito; (1) seleção de materiais de baixo impacto ambiental; (2) Redução do uso de materiais; (3) otimização das técnicas de produção; (4) otimização do sistema de distribuição; (5) redução de impacto durante o uso; (6) otimização do tempo de vida inicial; (7) otimização do sistema de fim-de-vida. A figura 14 mostra a estrutura da LiDS-Wheel e os critérios de cada estratégia.

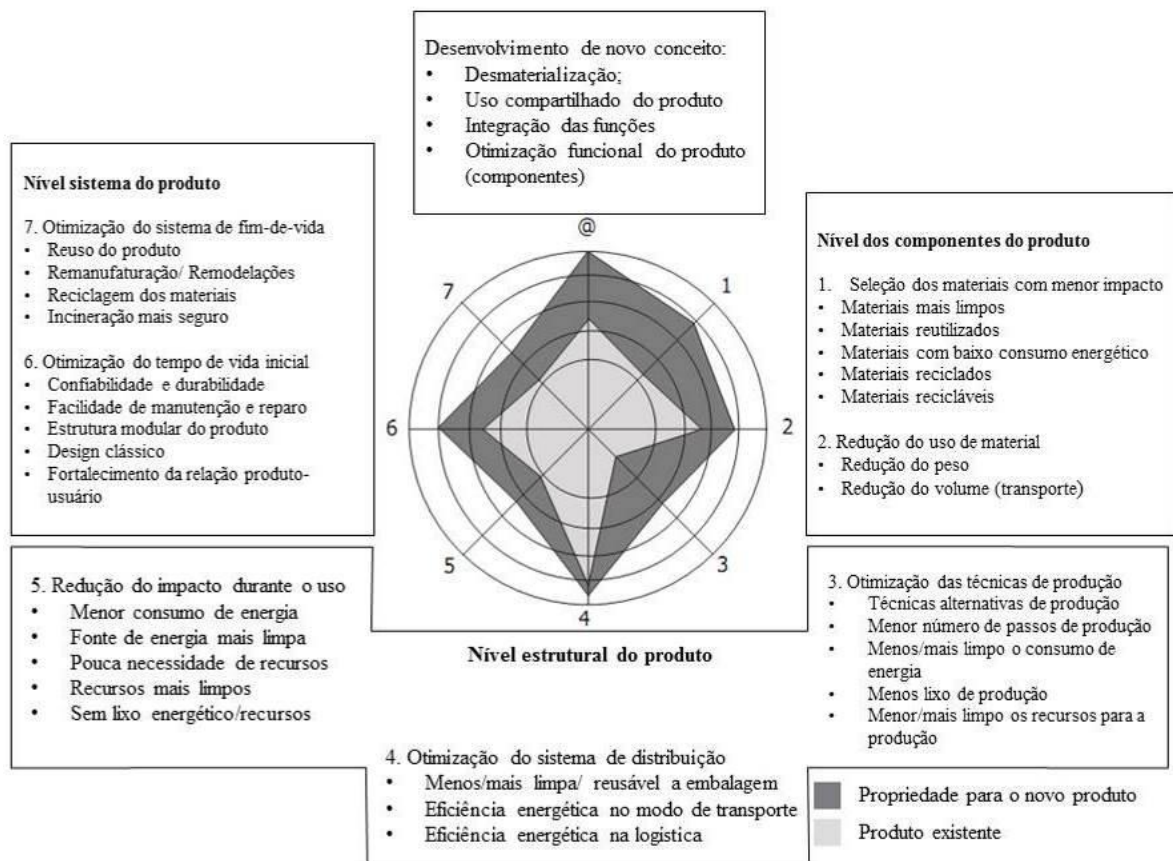


Figura 14 – Estrutura da LiDS-Wheel.

Fonte: Brezet e van Hemel (1997), traduzida pela autora.

Conforme a figura 14, os dados do produto de referência são inseridos no centro do diagrama e do produto novo na parte externa, tornando possível, de acordo com as oito estratégias, a percepção das áreas que precisam de melhoria. Por isso, a maioria dos critérios são ponderados qualitativamente, por sinais de menos e mais.

Por fim, a tipologia listas de estratégias engloba ferramentas com fácil utilização por serem menos focadas e permitirem a personalização no contexto da empresa ou projeto. Porém, pelo escopo genérico, demandam tempo para preparação e ajuste. Neste grupo, uma ferramenta repetidamente citada é a EcoDesign e as Dez Regras de Ouro (*EcoDesign and The Ten Golden Rules*).

Luttropp e Lagerstedt (2006) desenvolveram a ferramenta, com avaliação qualitativa: EcoDesign e as Dez Regras de Ouro, que concite em um conjunto genérico de regras voltado a fase inicial de concepção do produto, servindo como uma base para orientações e listas de verificação de situações específicas para o enquadramento e melhoria da empresa (BYGGETH e HOSCHHORNER, 2006; LUTTROP e LAGERSTEDT, 2006). Este conjunto de regras pode ser aplicado para comparar alternativas de conceitos do produto,

promover o alinhamento das prioridades do projeto com as do mercado; adesão de aspectos imateriais aos produtos e a ecoeficácia (LUTTROPP e LAGERSTEDT, 2006).

Em síntese, as dez regras podem ser brevemente descritas em: (1) não usar substâncias tóxicas e utilizar circuitos fechados para as necessárias; (2) minimizar o consumo de energia e de recursos na fase de produção e transporte através de uma melhoria interna; (3) empregar características estruturais e materiais de alta qualidade para minimizar o peso nos produtos, de modo a não interferir na flexibilidade, resistência ao impacto ou outras prioridades funcionais; (4) minimizar o consumo de energia e de recurso na fase de utilização; (5) promover a reparação e modernização, especialmente para os produtos dependentes do sistema; (6) promover vida longa, especialmente para produtos com aspectos ambientais significantes fora da fase de uso; (7) investir em materiais melhores e tratamentos de superfície ou arranjos estruturais para proteger os produtos de sujeira, corrosão e desgaste, garantindo assim a manutenção reduzida e maior vida útil do produto; (8) pré-arranjar a capacidade de modernização, reparação e reciclagem através do acesso, rotulagem, módulos e manuais; (9) promover melhorias, conserto e reciclagem usando poucos materiais, reciclados, não misturados, de forma simples, sem ligas; (10) usar o mínimo possível de elementos de união, preferindo parafusos, adesivos, soldagem, pressão, fechadura geométrica, etc. De acordo com o cenário do ciclo de vida.

Logo, observa-se que há uma extensa pesquisa direcionada a integração do ecodesign, mas poucos estudos focados nas perspectivas sistêmicas na formulação de políticas, intenção estratégica e de inovação dentro do contexto mais amplo de desenvolvimento de produtos (PIGOSSO *et al.*, 2015; PIGOSSO *et al.*, 2013; BAUMANN *et al.*, 2002).

3.5 O PRODUTO SUSTENTÁVEL

O produto sustentável, também referenciado como produto verde, é definido pela Comissão das Comunidades Europeias (2001) como aquele que “utiliza menos recursos, causa menos impacto e riscos para o meio ambiente e evitar a geração de resíduos ainda na fase de concepção”. Esta definição enfatiza a importância da concepção de produtos como sustentáveis desde a fase de concepção. Ademais, outros autores apresentam definições similares, que se complementam.

Reinhardt (1998) realça que o produto verde se desenvolve quando a empresa desenvolvedora proporciona benefícios ambientais mais elevados em comparação com

produtos similares. Já Ottman *et al.*, (2006) afirma que os principais enfoques do desenvolvimento de produtos verdes é a redução no uso de energia, recursos e na geração de poluição e resíduos.

Elkington e Hailes (1988) categorizam o produto sustentável como aquele não expõe em risco a saúde do consumidor ou de outros; não causa danos significativos para o ambiente durante a sua fabricação, utilização e eliminação; não consome uma quantidade desproporcional de energia durante a produção, embalagem, utilização e eliminação; não utiliza materiais derivados de espécies ameaçadas ou em ambientes ameaçados; não envolve o uso de animais e não afeta negativamente outros países, especialmente do terceiro mundo.

Simon (1992) complementa enfatizando que o produto verde deve minimizar ou não usar embalagem; prolongar a longa vida útil sempre que possível, por meio de atualizações e manutenção fácies e, também deve ser planejado com um sistema de desmontagem que consiste na coleta pós-consumo e a capacidade de remanufaturar.

Schmidheiny (1992) argumenta que o produto verde também deve diminuir o peso ou reduzir o volume, por meio da produção de produtos concentrados e da combinação das funções de mais de um produto. Luttrupp e Lagerstedt (2006) complementa com o uso mínimo de elementos de união quanto possível.

Para Rauter *et al.* (2017) o produto sustentável é aquele que propõem um novo valor por meio da geração de soluções para o sistema, reutiliza recursos, ajudam a reduzir as emissões de CO₂, são produzidos de forma justa e ética.

Outra perspectiva para classificar um produto como sustentável é a avaliação se este possui um avanço/melhoria em sua qualidade ambiental e social (SEURING e MÜLLER, 2008). O produto sustentável também é figurado como aquele que além de buscar a otimização ambiental/social, visa à funcionalidade para satisfazer as necessidades dos consumidores sem gerar mais custos e/ou aumentar a complexidade dos processos de produção, redução dos requisitos de transporte por meio da fabricação a partir de materiais que podem ser obtidos localmente e, por fim, informar sobre os requisitos ambientais dos produtos disponíveis para o comprador (ROY, 1997).

Contudo, como relatado anteriormente, do ponto de vista acadêmico, os produtos ainda são considerados ineficientes e ambíguos em relação à maneira de sua classificação como sendo sustentável (BERCHICCI e BODEWES, 2005; KLEINDORFER *et al.*, 2005; BAUMANN *et al.*, 2002; CHEN, 2001). Por isso, o produto sustentável ou produto verde é definido por este estudo como o resultado (estado final) do processo sustentável, ou seja, por esta visão pode-se compreender que a sustentabilidade é agregada ao produto por meio,

primeiramente, da concepção do projeto e posteriormente pelo seu processo de fabricação e desta maneira, o produto é considerável sustentável pelo seu design e planejamento. Ainda, em seu planejamento, deve haver o objetivo de reduzir o uso de insumos e recursos, evitar materiais tóxicos ou que causem danos ao meio ambiente, não sendo provinda de animais ou áreas em extinção; que não apresentem riscos aos usuários e ademais, assim como, ao desenvolvimento social. Por fim, que sejam fáceis de realizar manutenções e a reciclagem.

3.5.1 Classificação e análise do ciclo de vida dos produtos pelo viés sustentável

Diante da análise apresentada na seção anterior, é possível observar que ainda não há consenso quanto à classificação de produto sustentável. No entanto, para originar uma perspectiva geral dos impactos ambientais que estes podem causar, muitos estudos recorrem à abordagem da Análise do Ciclo de Vida de Produtos (*Life Cycle Assessment (LCA)*) (VEZZOLI, 2010; FLEISCHER e SCHMIDT, 1997).

Foi durante a primeira crise do petróleo que o mundo atentou para a necessidade de melhor utilização de seus recursos naturais, pois o ocorrido provocou uma intensa busca por formas alternativas de obter energia, dando início à LCA; ferramenta que gera suporte para decisões que envolvem sustentabilidade no desenvolvimento de produtos, ponderando o impacto ambiental ao longo de todo o ciclo de vida do produto (CHEHEBE, 1998).

As aferições realizadas pela LCA visam modelar o ciclo de vida completo de um produto e medir as muitas maneiras pelas quais ele poderá impactar o meio ambiente ao longo da cadeia de suprimentos, compreendendo etapas que vão desde a extração das matérias-primas (berço), à produção, ao uso e à disposição final (túmulo- ciclo *cradle to grave*) ou - no caso de reciclagem - seu novo ciclo de vida (o próximo berço - ciclo *cradle to cradle*). Conforme ilustram as figuras 15 e 16.



Figura 15 – LCA: cradle to grave.
Fonte: autora.

A LCA aplicada pela perspectiva *cradle to grave*, ou seja, do berço ao túmulo foca na avaliação dos impactos que serão gerados pelo produto até o seu descarte. Fase final deste, pois não há planejamento para a reciclagem ou reuso deste e nem de qual um de seus componentes. Contudo, o avanço das pesquisas em LCA fez com que as interpretações sobre os impactos ambientais ampliassem para o planejamento de reutilização dos materiais integrantes, tornando o ciclo de vida dos produtos contínuo e fechado. Este novo horizonte da LCA foi denominado de ciclo *cradle to cradle*, como mostra a figura 16.

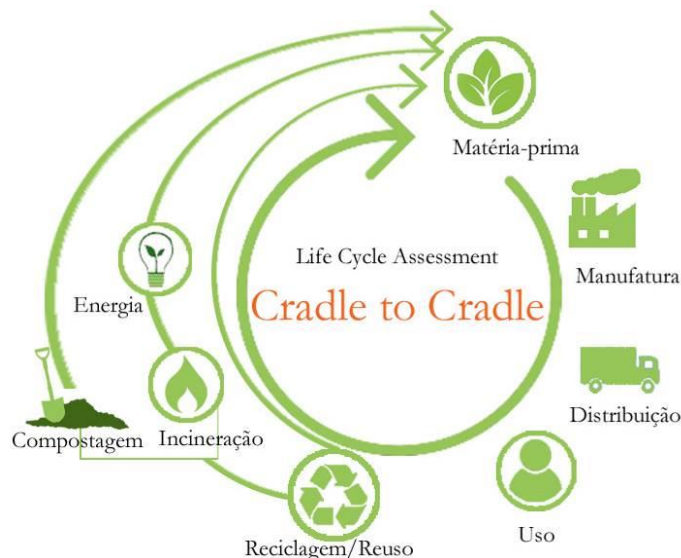


Figura 16 – LCA: cradle to cradle.
Fonte: autora.

Então, a LCA pela perspectiva do *cradle to cradle* – C2C (do berço para o berço) visa o planejamento da vida do produto para que quando este esteja na fase de descarte seja possível reutilizar os seus complementos, transformando resíduos em matéria-prima (MCDONOUGH e BRAUNGART, 2002). Por isso, os produtos industriais devem ser projetados para se encaixarem em um dos dois ciclos de reaproveitamento: o ciclo biológico - onde os produtos inofensivos à natureza são reempregados através da compostagem para gerar nutrientes para a fabricação dos insumos; e o ciclo industrial - onde os produtos não biodegradáveis têm seus componentes reciclados. Também, há a reciclagem por meio da combustão que pode ser empregada para a geração de energia. Composto a LCA são identificadas cinco fases do ciclo de vida, que correspondem respectivamente: pré-produção, produção, distribuição, uso e descarte (VEZZOLI, 2010; MANZINI e VEZZOLI, 2002; CHEHEBE, 1998; FLEISCHER e SCHMIDT, 1997).

Em mais detalhes, a pré-produção é responsável pela identificação da matéria-prima/recursos/aquisição de suprimentos e processos de refinamento. Em outras palavras, é a

etapa que onde a matéria-prima é transformada do estado de insumos brutos em materiais semielaborados para a produção de componentes utilizados no produto final. Na concepção do ciclo C2C, os insumos podem ser provenientes da reciclagem. O processo, montagem e acabamentos do produto ocorrem na etapa de produção, fase que deve se ater à redução do uso dos recursos, como: a água, energia, etc. Também, outro ponto importante neste momento é a minimização de desperdícios causados por erros ou falhas. Depois, segue-se para a distribuição, acarretado pelo transporte, armazenagem e embalagem do produto. Assim, o uso do produto (quarta fase) é o momento em que o usuário participa diretamente no resultado do desempenho ambiental do produto, através da maneira com que este opera o produto. Em suma, como já apontado, o descarte do produto é a etapa que define qual será o ciclo do produto, pois o produto por ser descartado através do depósito em aterros, pelo processo de incineração; compostagem; reciclagem; refabricação ou reutilização.

Portanto, conforme ilustrado pelas figuras 12 e 13, as informações coletas na LCA gerar apoio para a tomada de decisão, seja na seleção de materiais ou hora na avaliação da performance do produto ou processo e/ou planejamento estratégico. Representando uma mudança estratégica relevante nas empresas que poderá influenciar as atividades e decisão em muitos níveis e funções desta; bem como os relacionamentos com outros elos da cadeia produtiva (fornecedores); com o comprometimento e motivação da alta gerência em todo o processo; no estabelecimento de programas de médio e longo prazo voltados à construção de um banco de dados; formação de colaboradores; e adaptação à estrutura organizacional e cultura de negócio da empresa (CHEHEBE, 1998; FLEISCHER e SCHMIDT, 1997). Por este motivo, a LCA encoraja as indústrias a sistematicamente integrar as demandas ambientais associadas aos sistemas de produção (insumos, matérias-primas, manufatura, distribuição, uso, disposição, reuso, reciclagem). Conforme apontado por Chehebe (1998), a LCA pode também ajudar à:

- Identificar oportunidades de melhoramentos nas fases do sistema de produção;
- Dentro do processo de tomada de decisão: estabelecer prioridades durante o projeto de produtos e/ou processos, podendo ressaltar que a consideração ambiental mais importante para uma determinada empresa pode estar relacionada à fase de uso do produto, e não às suas matérias-primas ou ao processo produtivo;
- Selecionar os componentes que irão constituir o produto;
- Avaliar a performance ambiental do produto e seu processo.

Deste modo, quando a LCA é tratada com enfoque gerencial, esta também se configura como um importante instrumento para a integração da Qualidade Tecnológica do Produto, da Qualidade Ambiental e do Valor Agregado para o consumidor e para a sociedade. Como tal, a LCA não é uma ferramenta de design, mas mede o impacto ambiental do produto. Pois todo o produto, independente do material que é oriundo, gera um impacto no meio ambiente, seja em decorrência de seu processo produtivo, da extração e refinamento das matérias-primas ou devido ao seu uso ou disposição final (CHEHEBE, 1998; FLEISCHER e SCHMIDT, 1997). No momento, a LCA tem reconhecimento internacional e foi introduzida nas normatizações da ISO (Organização Internacional para Padronização) (VEZZOLI, 2010).

No PDP, a LCA é agregada tanto pela avaliação das fases do produto no seu planejamento quanto pelo conteúdo apresentado na área de pesquisa Design do Ciclo de Vida (*Life Cycle Design* (LCD)), cujo objetivo é abordar todo o conceito de sustentabilidade, ou seja, não se limita apenas aos fatores ambientais. Aliando estratégias e metodologias para o emprego sustentável dos recursos naturais, a prevenção dos impactos socioambientais e a reciclagem dos resíduos (VEZZOLI, 2010; MANZINI e VEZZOLI, 2002). Logo, a LCD conduz ao planejamento estratégico do futuro produto, uma vez que é mais efetivo e barato prevenir os danos ao ambiente no estágio de projeto do que tentar remediá-los depois que o produto já está no mercado (VEZZOLI, 2010).

Em vista disso, a importância da abordagem de LCA é identificar e mostra, de forma conjunta, as vantagens ambientais, econômicas e competitivas do produto. Já a abordagem LCD é relevante para a identificação de todas as oportunidades para a ecoeficiência. Deste modo, a compreensão do projeto para um produto evolui para o projeto do sistema-produto, estendendo a melhoria proposta ao produto para todos os aspectos do processo de desenvolvimento (MANZINI e VEZZOLI, 2002). Conforme Hart e Milstein (2003), a sustentabilidade em uma organização não pode ser analisada a partir de pequenas ações, no entanto, devem ser considerados quatro aspectos essenciais: a redução do consumo de material e do nível de poluição associado à industrialização; transparência e capacidade de resposta em relação à sociedade civil; desenvolvimento de novas tecnologias que podem reduzir os danos ao planeta.

Meadows (1997), apresentou uma lista de nove pontos de intervenção ou alavancagem para efetuar mudanças nos sistemas. É um conjunto de táticas (que podem ser vistas como estratégias), de eficácia variável, para mudar as práticas atuais. Ajudando a explicar porque certos tipos de mudanças trazem benefícios a curto prazo e por que outros têm efeitos mais

profundos, mais amplos e duradouros. Do menos para o mais eficaz, Meadows (1997) lista os nove pontos, que são:

9) Números – subsídios, taxas e padrões: o foco em padrões de metas de eficiência tende a trazer a mudança mais limitadas porque envolve apenas ajustes menores para um produto ou processo. Os números de ajuste podem alterar as classificações de eficiência, por exemplo: filtrar o efluente líquido pode reduzir o nível de poluição nos rios, mas não tem o poder de alterar para que o processo seja mais limpo. Por isso, é importante não se concentrar em fazer apenas mudanças intermediárias que não transformarão por completo o processo em um desenvolvimento orientado para a sustentabilidade. Para se envolver com o processo de sustentabilidade, é preciso desenvolver outras técnicas e usar o foco em números e padrões como o início de um processo de questionar, pensar e melhorar para impulsionar mudanças fundamentalmente mais profundas e de longo prazo.

8) Materiais estocados e fluxos: mudar a estrutura física do sistema para utilizar os materiais estocados e os fluxos pode ser difícil. Neste contexto, a opção por materiais com menos impactos pode ser uma solução.

7) Regulando os feedback negativos: os feedback negativos ajudam a manter o sistema dentro de limites seguros, ou seja, eles se concentram em controlar fatores indesejáveis sob controle, observando a saída do sistema e reduzindo-o. Por exemplo, reduzir o nível de composto químicos em um produto por causa da pressão dos consumidores incentiva a empresa a melhorar seu cumprimento às legislações sujeitas.

6) Conduzindo feedback positivos: resultados positivos podem elevar o crescimento da empresa através da informação, ou seja, quando a empresa se dispõem agregar mais conhecimento e envolvimento, encontra melhores oportunidades. Com isso, pode aumentar sua visibilidade e, conseqüentemente, aumentar o número de produtos comercializados.

5) Fluxos de informações: a adição ou alteração dos fluxos de informações entre empresas em uma cadeia de suprimentos pode trazer grandes mudanças para substituir o equipamento de uma empresa pela configuração da fábrica.

4) As regras do sistema – incentivos, punições e restrições: as regras definem as ações, seus limites e graus de liberdade que um sistema pode deter. Ou seja, se as regras forem alteradas as ações mudaram, influenciando o sistema como um todo. Logo, para entender as falhas de um sistema, é preciso prestar atenção às suas regras. Na perspectiva de produção de bens, por exemplo, uma nova maneira de se relacionar com os funcionários ou uma forma diferente de usar os recursos podem influenciar o sistema, gerar novos incentivos, remodelar as regras.

3) O poder da auto-organização: auto-organização é o processo no qual a empresa consegue melhorar internamente sem que este avanço seja guiado por fontes externas. Envolve trabalho cooperativo entre cada parte do sistema, informações, conhecimento e escolha, adaptando-se, conforme necessário, para ajudar o funcionamento do todo.

2) Os objetivos do sistema: revisar o objetivo da empresa e reorienta-lo para o crescimento em favor da sustentabilidade, levaria a grandes mudanças (impactando em todos os outros pontos de alavanca nesta lista). No entanto, tal mudança de direção e objetivo requer discussão ampla e profunda sobre a liderança em âmbito tanto interno como fora da empresa. Influenciando profundamente seus propósitos, dinâmicas, impactos e produtos.

1) A mentalidade ou paradigma a partir do qual os objetivos, as regras e a estrutura de feedback surgem: conforme descreve Meadows (1997), os paradigmas ou mentalidades são as fontes dos sistemas. Ou seja, são as referências para lidar com assuntos complexos a fim de alcançar resultados que podem ser aplicados de maneiras úteis. Logo, deve-se prestar atenção à influência em que um paradigma pode afetar as ideias, pois estas podem ser vinculadas a informações parciais. Entretanto, se um paradigma for remodelado, o sistema pode ser totalmente transformado e, se essa alteração for incentivada para promover valores de sustentabilidade, então, mudanças substanciais na cultura provavelmente seguirão.

Rio (2016) propõem estratégias adjuntas à abordagem P+L que incidem em duas linhas: minimização de resíduos, efluentes e emissões (redução na fonte) ou através da reutilização (reciclagem interna e externa), conforme tabela 9.

Redução na fonte	Reciclagem interna e externa
<p>Modificação no produto: substituição completa do produto, aumento da longevidade, substituição de matérias-primas, modificação no design do produto, uso de matérias-primas recicláveis e recicladas, substituição de componentes críticos, redução do número de componentes, viabilização do retorno de produtos, alteração de dimensões para um melhor aproveitamento da matéria-prima.</p> <p>Modificação no processo: boas práticas operacionais, como utilização cuidadosa de matérias-primas e materiais auxiliares, operação adequada de equipamentos, melhoria na organização interna, treinamento e capacitação das pessoas envolvidas no programa, melhoria da logística de compra, estocagem e distribuição de matérias-primas.</p> <p>Substituição de matérias-primas e materiais auxiliares: substituição de matérias-primas e materiais auxiliares com alto grau de toxicidade ou que geram resíduos, emissões e efluentes perigosos ou não inertes, substituição de solventes orgânicos por agentes aquosos e de produtos petroquímicos por bioquímicos, escolha de matérias-primas com menos teor de impurezas, uso de substâncias livres de metais pesados, substituição de fornecedores, uso de resíduos como matérias-primas para outros processos.</p>	<p>Reciclagem interna: refere se a todos os processos de recuperação de matérias-primas, materiais auxiliares e insumos que são feitos dentro da planta industrial.</p> <p>Reciclagem externa e ciclos biogênicos: esta opção deverá ser implementada somente quando as outras forem tecnicamente inviáveis.</p>

<p>Modificação tecnológica: substituições de processos termoquímicos por processos mecânicos, uso de fluxos em contracorrente, tecnologias que realizam a segregação de resíduos e de efluentes, modificação nos parâmetros de processo, utilização de calor residual, substituição completa da tecnologia. Recomenda-se consultar o órgão ambiental competente para orientações sobre alterações nas condições de instalação ou operação da empresa alvo de licença ambiental prévia e sobre substituição ou alteração de matérias-primas e insumos.</p>	
--	--

Tabela 9 - Estratégias P+L.
Fonte: Rio (2016).

Para os autores Fletcher e Grose (2011), Vezzoli (2010) e Manzini e Vezzoli (2002), o LCD pode integrar a sustentabilidade aos produtos elencando algumas estratégias, que são, segundo Fletcher e Grose (2011):

- Usar recursos naturais com critério: seu propósito é minimizar etapas no processamento tanto do material quanto no processo produtivo;
- Reduzir o risco de poluição: minimizar e/ou eliminar a poluição por resíduos químicos por meio da diminuição da quantidade usada, dos processos que os empregam e pela redução da toxicidade destes;
- Minimizar o uso de energia: acarreta na redução de etapas e no emprego de maquinários que economizam energia.
- Minimizar o uso de água: visa ações com o menos enfoque da minimização do uso de energia, e;
- Reduzir o volume em aterros sanitários: diminuir a produção de resíduos durante o PDP e reciclagem dos artigos;

Para os autores Manzini e Vezzoli (2002) e Vezzoli (2010), há cinco estratégias que podem auxiliar na avaliação para a melhoria, são elas:

- Minimizar o uso de recursos (estratégia 1): foca na redução do uso de materiais e energia destinados ao produto. Pode ser aplicada por meio da minimização do conteúdo material; das perdas e refugos; do consumo de energia; das embalagens; dos consumos no transporte e do planejamento na fase de projeto para que o produto exerça a eficiência do consumo de recursos durante a fase de uso;
- Selecionar recursos e processos de baixo impacto ambiental (estratégia 2): implica em projetar visando utilizar materiais e fontes de energia de alta qualidade ambiental, que geram baixo impacto. Na prática, essa seleção significa que o produto será desenvolvido com recursos renováveis reciclados e/ou recicláveis; recursos biodegradáveis; design com recursos atóxicos e não nocivos em todas as etapas do ciclo de vida. E, também optar por fontes energéticas renováveis de baixa emissão de resíduos;

- Otimizar a vida dos produtos (estratégia 3): é quando o projeto que visa a extensão do tempo de vida útil dos produtos (e seus componentes) e a intensificação do seu uso. Pode ser executada através da facilidade em realizar atualizações e adaptações; reutilização e remanufatura.

- Estender a vida dos materiais (estratégia 4): é pensar no uso de materiais que podem ser reprocessados após o fim de vida útil do produto, a fim de obter novas matérias-primas.

- Facilitar a desmontagem (estratégia 5): é uma estratégia útil para ajudar a estender a vida útil dos materiais e produtos, pois visa projetar melhorando o sistema de separação das partes do produto e dos materiais incompatíveis entre si. Para isso é necessário que haja a identificação dos materiais que compõem o produto; que o projeto vise à reutilização e evite a ocorrência de união entre materiais incompatíveis.

Conforme descrevem os autores, as estratégias devem ser aplicadas em conjunto para que todas as oportunidades sejam observadas. Tais estratégias são planos que se baseiam na LCA, logo, as relações entre elas podem ser resumidas pela imagem 17.

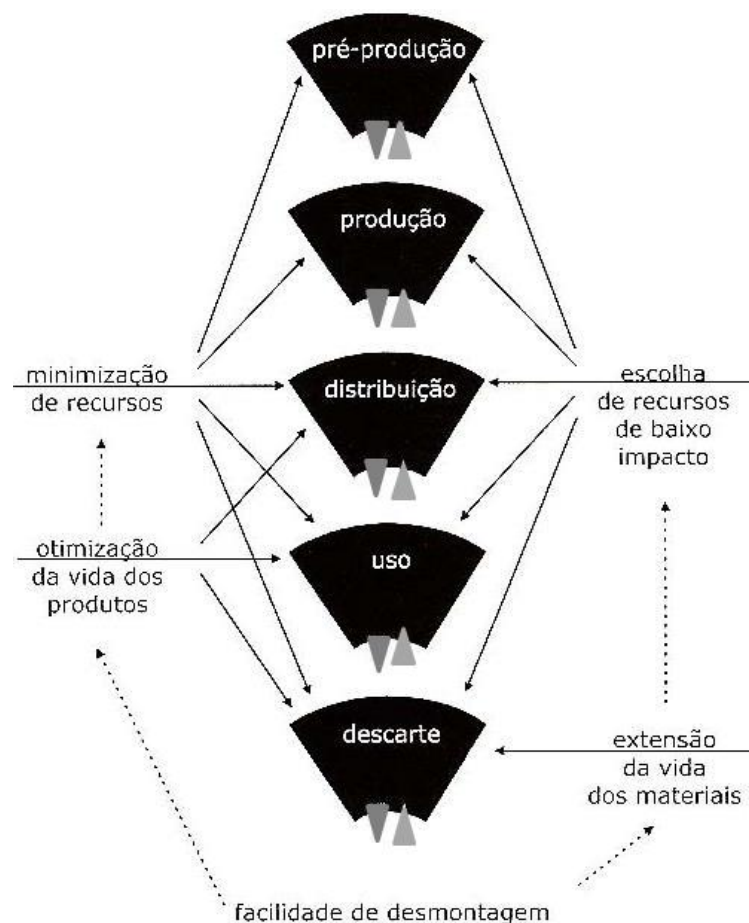


Figura 17 – Estratégias de Life Cycle Design e fases do ciclo de vida.
Fonte: Manzini e Vezzoli, 2002.

Para que os objetivos e os requisitos ambientais sejam eficazmente aplicados, Manzini e Vezzoli (2002) descrevem que é necessário compreender as características do produto e do seu sistema. Por este motivo, os autores apresentam sua tipologia de produtos, que compreende duas categorias com duas subcategorias cada, que são: bens de consumo (monouso) e bens de consumo (multiuso).

Na categoria – Bens de consumo (monouso) há as subcategorias:

- Bens de consumo consumidos durante o uso: são produtos perecíveis consumidos rapidamente como, por exemplo: comida e produtos de limpeza, higiene. Nesta categoria, as estratégias mais importantes concentram-se na minimização do consumo dos recursos e na escolha dos recursos de baixo impacto ambiental.
- Bens de consumo que podem ser reciclados, reutilizados ou substituídos: são produtos que perdem sua utilidade rapidamente, porém continuam com seus componentes/matéria-prima em condição de uso. Com, por exemplo: jornais, embalagens, barbeadores descartáveis. Portanto, são produtos com maior geração de impactos na fase de produção e eliminação. Assim, a estratégia mais útil é aumentar a vida dessa categoria de produtos, que pode ser interessante para a minimização dos impactos, tendo em vista a substituição por outros reutilizáveis.

Na categoria – Bens de consumo (multiuso) também há as subcategorias:

- Bens duráveis que requerem pouco ou nenhum recurso durante a fase de uso e manutenção: estes geram impactos nas fases de pré-produção, produção, distribuição e descarte. Assim, é prioritário minimizar o consumo e o impacto dos recursos nas atividades produtivas e de distribuição. Os impactos na fase de descarte podem ser minimizados através da extensão da vida dos materiais e/ou dos produtos.
- Bens duráveis que precisam de recursos para seu uso e manutenção: são produtos que causam impactos em todas as fases do ciclo de vida. Logo, as estratégias devem ser planejadas conforme as particularidades destes. Ainda a estratégia de minimização de recursos pode ser uma das mais viáveis. No caso da extensão da vida do produto, devem-se analisar as relações tecnológicas e culturais.

Similarmente a Manizi e Vezzoli (2002), Löbach (2001) classifica os produtos relacionando-os com as suas funções durante o ciclo de consumo. Para o autor, há quatro tipos de produtos pertencentes às seguintes categorias:

- Produtos de consumo (aqueles que deixam de existir após seu uso): são produtos que satisfazem uma necessidade fundamental e que por si só não são diferenciáveis entre marcas, por isso a configuração das embalagens pode influenciar diretamente a decisão de compra do consumidor. São exemplos desta categoria: produtos do gênero alimentício (sal, açúcar, legumes, frutas, etc); produtos de limpeza, produtos de higiene, entre outros.

- Produtos de Uso 1 (uso individual): trata de produtos industriais usados exclusivamente por uma determinada pessoa. Estes produtos para uso individual são quase sempre submetidos a mudanças e aparência, através de uma manipulação formal, que não se relaciona com o seu funcionamento. Isto se manifesta especialmente em produtos de pequena complexidade técnica e em produtos de baixo custo de produção. São exemplos desta categoria: relógios de pulso, óculos, canetas, vestuário, calçado, etc.

- Produtos de Uso 2 (para uso de determinados grupos de pessoas): a esta categoria pertencem os produtos que são utilizados por um pequeno grupo de pessoas que se conhecem umas as outras. O uso coletivo é justificado principalmente devido ao fator econômico e ao favorecimento das relações. São exemplos desta categoria: carros, motocicletas, eletrodomésticos (refrigeradores, televisor, ar condicionado, etc); mobiliário (mesa, sofá, etc).

- Produtos de Uso 3 (uso indireto): nesta denominação são incluídos produtos industriais que permanecem ocultos, que não utilizados diretamente pelos consumidores. Esses produtos têm primeiramente uma função prática, e na maioria das vezes, são partes de um projeto mais amplo. São exemplos desta categoria: turbinas de geração de energia elétrica, transformadores, rolamentos de máquinas, etc.

Baseando-se nestas observações é possível argumentar que para que aconteça a promoção das mudanças radicais necessárias ao desenvolvimento do consumo sustentável, é preciso que haja a ampliação das possibilidades de inovação para além do produto. Ou seja, um mix integrado de melhorias em processos e produtos respectivos que, em conjunto, atendam a demanda.

3.6 MODELO DE MATURIDADE

Modelos de maturidade são empregados como uma base avaliativa e comparativa para melhorias da maturidade de um domínio, proporcionando uma ampliação sistematizada dos conhecimentos existentes e/ou a orientação para a implementação de novos conceitos como, por exemplo, a sustentabilidade. Neste sentido, os modelos de maturidade também podem ser

utilizados em processos de negócios como um auxílio para a compreensão e como um modelo referencial para o desenvolvimento de planos de ação que permitem às organizações supervisionar seu progresso.

Modelos de maturidade também são denominados como modelos de estágio de crescimento, modelos de estágio ou teorias de estágio (PRANANTO *et al.*, 2003). Pois, estes geralmente abrangem uma série de níveis (estágios) que juntos formam uma sequência lógica de um estado inicial para a maturidade (GOTTSCHALK 2009). Ou seja, são processos para a melhoria, aplicados como uma ferramenta/técnica para identificar e priorizar as melhorias necessárias a partir da avaliação da situação tal qual; e assim, traçar objetivos e práticas para alterar e controlar o progresso no desempenho. Logo, as características de cada estágio e a relação lógica entre estágios sucessivos podem ser distinguidas para fins de utilização como:

- **Descritivo:** o modelo de maturidade é utilizado como uma ferramenta de diagnóstico que permite uma avaliação com base em critérios determinados das capacidades, forças e fraquezas atuais da entidade (PÖPPELBUS e RÖGLINGER, 2011; BECKER *et al.*, 2009);
- **Prescritivo:** visa identificar os níveis desejáveis de maturidade e fornecer diretrizes sobre medidas de melhoria (PÖPPELBUS e RÖGLINGER, 2011; BECKER *et al.*, 2009);
- **Comparativo:** gera um benchmarking interno ou externo, onde os níveis de maturidade de organizações similares podem ser comparados (PÖPPELBUS e RÖGLINGER, 2011; de BRUIN *et al.*, 2005).

Contudo, ainda que esses tipos de modelos possam ser vistos como distintos, eles representam fases evolutivas do ciclo de vida de um modelo. Uma vez que, em primeiro, um modelo é descritivo, pois visa compreender com mais profundidade a situação atual do domínio. Segundo, o modelo pode então ser evoluído para ser prescritivo, pois é somente através de uma compreensão sólida da situação atual que podem ser feitas melhorias substanciais e repetitivas. Finalmente, para que um modelo seja usado comparativamente, ele deve ser aplicado em uma ampla gama de organizações, a fim de obter dados suficientes para permitir uma comparação válida (de BRUIN *et al.*, 2005).

O proveito da aplicação dos modelos de maturidade é a sua simplicidade que facilita a comunicação e compreensão; tendo como principal valor o desenvolver da percepção sobre a situação que uma determinada área de análise se encontra. Por este motivo, é possível

observar que sua utilização atinge diversas áreas do conhecimento (PÖPPELBUS; RÖGLINGER, 2011; MAIER *et al.*, 2010; BECKER *et al.*, 2009; KOHLEGGER *et al.*, 2009; de BRUIN *et al.*, 2005).

Na área de engenharia, são encontrados alguns empregos do modelo de maturidade sob o foco da implementação da sustentabilidade à organização. Conforme descrevem Müller e Pflieger (2014), os termos modelo de maturidade de sustentabilidade e modelo de maturidade da capacidade de sustentabilidade são sinônimos usados para referir à junção das duas áreas de conhecimento.

Na prática, há diferentes diretrizes que focam a implementação da sustentabilidade através de um ou mais pilares do 3BL. Em geral, são modelos bem delineados para os objetivos que se propõem e não abrangem a organização como um todo. Por exemplo, em Pascual *et al.* (2003), a sustentabilidade é abordada na perspectiva do ecodesign, trabalhando em dois níveis de implementação (maturidade) do ecodesign no PDP:

- **Nível de Regras de Ecodesign:** são desenvolvidos projetos-piloto para ponderar se a aplicação do ecodesign gera as vantagens esperadas; também são observados manuais, ferramentas, métodos;
- **Gestão de Ecodesign e Nível de Integração:** neste estágio o ecodesign é considerado em conjunto com outras áreas da empresa e está integrado ao cotidiano da empresa, sendo desempenhado através dos conhecimentos pessoais sobre ecodesign e o uso de ferramentas mais sofisticadas. Metas quantitativas e qualitativas também são definidas.

Boks e Stevels (2007) utilizam da metodologia de modelo de maturidade para avaliar a consciência ambiental empresarial por meio de três níveis de maturidade, conforme mostra a tabela 10:

Nível de Maturidade de Consciência	Pessoas envolvidas	Nível de generalidade	Ferramentas de comunicação normalmente necessárias
Nível 1	Pessoal a nível de departamento	Soluções genéricas e compreensão	Princípios gerais, slogans
Nível 2	Departamento ao nível da empresa	Soluções e compreensão sob medida para a indústria	Listas de verificação, orientações, exemplos de melhores práticas
Nível 3	Empresa ao nível da cadeia	Soluções e compreensão sob medida para produtos e processos	Ferramentas personalizadas, bancos de dados, incluindo informações da cadeia de valor interna e externa da empresa

Tabela 10 - Nível de Maturidade de Consciência Ambiental.

Fonte: Boks e Stevels (2007).

Em detalhe, as empresas são identificadas em cada nível pela sua consciência ambiental, conforme descrição:

- Nível 1 - relativamente ignorante: a empresa precisa ser introduzida, podendo ter algumas experiência através de projetos iniciais;
- Nível 2: a empresa esta em progresso em questões ambientais, contudo ainda possui problemas elementares em sua estrutura;
- Nível 3: a empresa já conseguiu adequar seus procedimentos através de sua experiência considerável, no entanto, ainda enfrenta problemas na incorporação de questões ambientais na cadeia de valor e organização.

É importante ressaltar que neste modelo, as informações significativas precisam ser trabalhadas em acordo com o nível de sofisticação da empresa, ou seja, o nível de maturidade. Sendo que, quanto maior for o nível de maturidade na conscientização ambiental, maior terá de ser a personalização das informações consolidadas (BOKS e STEVELS, 2007).

Murillo-Luna (2011) implementa a sustentabilidade por intermédio de quatro níveis de proatividade de comportamentos ambientais estratégicos, apresentando uma lista de práticas ambientais associadas a cada nível, conforme segue:

- Nível 1: Estratégia passiva – a empresa não tem como objetivo o comportamento ambientalmente correto. Devido a isso, não dedica seus recursos financeiros e tempo à proteção ambiental e nem prevê que sejam adotadas quaisquer tipos de medida de proteção ambiental técnica / organizacional; também não planeja obter certificações ambientais ou tem uma pessoa responsável por lidar com tais questões.
- Nível 2: Atenção à estratégia de legislação - a empresa tem como objetivo o comportamento ambiental apenas para cumprir a legislação, por isso, disponibiliza seu tempo e recursos financeiros apenas o quanto for necessário para cumprir a legislação. Logo, as medidas ambientais adotadas não alteram significativamente a produção ou a estrutura organizacional. Ainda assim, suas atividades não são certificadas e o profissional responsável por estas questões ou é externo ou interno desde que não seja exclusivamente dedicado ao tema.
- Nível 3: Atenção à estratégia das partes interessadas – aqui o objetivo ambiental da empresa vai além do cumprimento a legislação ambiental, sendo focado em assistir os requisitos ambientais das partes interessadas. Há a dedicação de tempo e os recursos necessários, assim como modificações tanto na produção quanto na estrutura organizacional. Algumas atividades já são certificadas ou estão em processo de certificação.

E, disponibiliza de um pessoal interno qualificado para cuidar dessas questões ou requer a profissionais externos especializados.

- Nível 4: Estratégia de qualidade ambiental total – neste nível, o objetivo ambiental é trabalhado junto aos objetivos prioritários da empresa, disponibilizando grande parte de seu orçamento à causa; seus processos de produção e estrutura organizacional são altamente relevantes para condicionar as questões ambientais certificadas. Tendo um departamento dedicado ao tema.

Similarmente a Murillo-Luna (2011), Pascual et al. (2003) analisou qual é o nível de maturidade a partir do desempenho da aplicação de ecodesign em empresas especificamente de eletrônicos. Identificando seis grupos de empresas:

- Grupo 1 - Organizações relativamente maduras: a empresa é conhecida como pioneira na implementação do design ecológico, pois utiliza um sistema gerencial para definir a sua estratégia ambiental e metas quantitativas. Ainda, mantém colaborações com universidades no desenvolvimento de metodologias e ferramentas.

- Grupo 2 - Em vias de maturidade: empresas que pretendem usar o ecodesign no PDP. Já instituem alvos qualitativos, mas essas metas qualitativas só disponibilizam uma indicação de intenções, sem se comprometerem a atingir um objetivo quantitativo.

- Grupo 3 - Primeiros movimentos: são empresas que pretendem usar ecodesign no PDP. Contudo, não estabelecem metas e nem se comprometem a uma melhoria contínua do desempenho ambiental do seu produto.

- Grupo 4 - Partidas com boa intenção: são empresas que afirmam empregar o ecodesign em seu PDP, mas não comprovam. Geralmente são empresa sem experiência suficiente para demonstrar o uso do ecodesign.

- Grupo 5 - Basicamente orientado por publicidade: assim como as empresas do grupo anterior, as organizações deste grupo além de não comprovar o emprego do ecodesign, usam o ambiente como uma estratégia de marketing para atrair a sensibilidade do cliente.

- Grupo 6 - Não publicado / não interessado: são empresas que não se interessam em usar o ecodesign.

Veleva *et al.* (2001) apresentou o modelo de maturidade conceitual para a cadeia de suprimentos, *Lowell Center for Sustainable Production (LCSP)* cujo objetivo é aumentar a compreensão das empresas do conceito de produção sustentável e promover sua aplicação englobando três aspectos: ambiental, saúde e segurança da produção sustentável. Para estes, o desenvolvimento de sistemas sustentáveis de produção é um processo contínuo e evolutivo de

definição de objetivos e de medição do desempenho, onde o desenvolvimento de sistemas verdadeiramente sustentáveis de produção não pode ser alcançado por empresas ou indústria isoladamente, mas sim por meio de cooperação e coordenação entre as empresas, as comunidades e o governo. O LCSP é composto por cinco níveis de maturidade, que são:

- Nível 1 - Facilidade Conformidade / Conformidade: inclui medidas que muitas empresas já rastreiam. Eles avaliam a medida em que a instituição está em conformidade com os regulamentos/ padrões da indústria / associação através de indicadores orientados para o meio ambiente, que são focados principalmente em atividades dentro das fronteiras das instalações em resposta a regulamentos ou requisitos externos.

- Nível 2 - Uso e Desempenho de Material de Instalação: inclui medidas de entradas, saídas e desempenho de facilidade / empresa, tais como emissões, subprodutos, resíduos ou lesões ocupacionais. Estes indicadores são comumente utilizados e muitas vezes críticos para manter uma vantagem competitiva, uma vez que medir a eficiência do uso de recursos. Os indicadores de nível dois podem ser relatados como um total ou ajustado pela quantidade de produção (por unidade de produto / serviço ou por valor adicionado).

- Nível 3 - Os indicadores de Efeitos das Instalações: são um passo adiante e medem os efeitos potenciais de uma instalação sobre a saúde ambiental, dos trabalhadores e da saúde pública, o desenvolvimento comunitário e a viabilidade econômica. Eles podem ser relatados como um total ou ajustado pela quantidade de produção (por unidade de produto / serviço).

- Nível 4 - Cadeia de Suprimentos e Ciclo de Vida do Produto: os indicadores visam medir os impactos ao longo do ciclo de vida do produto. Neste nível uma empresa ou instalação podem usar indicadores encontrados nos níveis de um a três, mas incluem os impactos de fornecedores, distribuidores e usuários finais. Os indicadores de nível quatro examinam a utilização de matérias-primas provenientes de fontes renováveis e / ou reutilização ou reciclagem de produtos no final da sua vida útil.

- Nível 5 - Sistemas Sustentáveis: contém indicadores que mostram como os processos de produção de uma empresa individual se encaixam no quadro maior de uma sociedade sustentável. Medem os efeitos da produção sobre a qualidade de vida a longo prazo e o desenvolvimento humano dentro da capacidade de suporte ecológica. Eles analisam a extensão ao quais os materiais e serviços ecossistêmicos utilizados pela empresa (ao longo da cadeia de suprimentos e ciclo de vida dos produtos) foram consumidos dentro das taxas renováveis ou capacidade de assimilação da natureza. Na maioria dos casos, os indicadores de

nível cinco não podem ser desenvolvidos por uma empresa individual, mas sim precisam da contribuição da comunidade e do governo na determinação de limites e limiares.

Outra vertente do emprego de modelos de maturidade é quando são estabelecidos níveis no implemento de uma ferramenta de maneira a gerar um processo de melhoria contínua. Um exemplo desta disposição é a aplicação da abordagem P+L no guia Rio 2016, cujo modelo é ilustrado pela imagem 18.

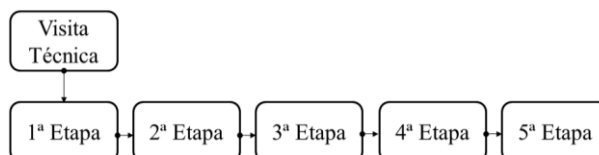


Figura 18 – Sequência P+L.

Fonte: Rio, 2016 (adaptado pela autora).

Em mais detalhes, a primeira etapa consiste no comprometimento da direção da empresa; identificação das barreiras à implementação e busca de soluções; escopo: é necessário definir qual será a abrangência do P+L (se incluirá toda a empresa, apenas um setor crítico etc.), e a nomeação da equipe que conduzirá o P+L. Esta equipe será responsável pelo planejamento, implantação, definição de prioridades, objetivos e metas, avaliação e manutenção do programa.

A segunda etapa incide no estudo do fluxograma do processo produtivo, que irá permitir a visualização e a definição do fluxo qualitativo de matéria-prima, água, energia e resíduos gerados, servindo como base de dados para uma estratégia de minimização da geração de resíduos, efluentes e emissões; realização do diagnóstico ambiental e de processo, que envolve: levantamento dos dados quantitativos de produção e ambientais; quantificação de entradas (matérias-primas, água, energia e outros insumos) e saídas (resíduos, efluentes, emissões, subprodutos e produtos); e dados sobre estocagem, armazenamento e acondicionamento dos produtos. Este diagnóstico servirá para a elaboração de uma planilha com os aspectos e impactos ambientais da empresa; seleção do foco de avaliação, levando em conta as regulamentações existentes, a quantidade de resíduos gerados, sua toxicidade e os custos envolvidos.

A terceira etapa é a responsável por analisar quantitativa as entradas e saídas, com base no levantamento detalhado dos dados disponíveis. Os itens avaliados devem ser os mesmos que foram alvo de diagnóstico ambiental e de processo, de modo a possibilitar a comparação entre os dados antes da implementação da P+L; definição de indicadores de desempenho, que devem ser quantificáveis para permitir a avaliação comparativa dos cenários; identificação das causas da geração de resíduos e identificação de oportunidades de

P+L: avaliação detalhada dos processos produtivos da empresa, com ênfase nos pontos que contribuem para a geração de resíduos e avaliação dos aspectos relacionados à toxicidade deles. Devem-se priorizar as medidas para eliminar ou minimizar os resíduos, efluentes e emissões do processo produtivo.

Na quarta etapa há a avaliação técnica, ambiental e econômica, estruturada nos aspectos da tabela 11:

Avaliação técnica	Avaliação ambiental	Avaliação econômica
<ul style="list-style-type: none"> • Propriedades e requisitos de matérias-primas e outros materiais e modificações nos equipamentos sem alterar a qualidade do produto. • Impacto na medida proposta sobre o processo, produtividade, segurança etc. • Testes de laboratório ou ensaios, caso a opção altere significativamente o processo existente. • Experiências de outras companhias com a opção estudada. • Funcionários e departamentos atingidos pela implementação das opções. • Necessidade de mudanças de equipe, operações adicionais e pessoal de manutenção, além do treinamento adicional para técnicos e outras pessoas envolvidas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Benefícios ambientais que poderão ser obtidos pela empresa. • Quantidade de resíduos, efluentes e emissões que será reduzida. • Quantidade de resíduos, efluentes e emissões que tenham sido eliminados. • Redução na utilização de recursos naturais e matérias-primas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dimensionamento dos investimentos necessários, considerando os custos técnicos e ambientais. • Custos operacionais e receitas do processo existente e das ações a serem implementadas. • Economia da empresa com a redução/eliminação de multas.

Tabela 11 – Etapa 4: avaliação técnica, ambiental e econômica.
Fonte: Rio (2016).

A avaliação dos benefícios deve considerar o ganho ambiental, a melhoria na qualidade do produto, na eficiência do processo e na saúde do trabalhador, facilidade em atender aos requisitos legais e os retornos financeiros a curto, médio e longo prazos.

Por último passo, a quinta etapa visa implementar as medidas de P+L, em função das: metas e dos objetivos; o plano de redução do tempo de instalação; os itens de dispêndio para evitar ultrapassar o orçamento previsto; a instalação dos equipamentos; e o preparo da equipe para o início das operações. Sistema de monitoramento das medidas implantadas, sendo importante considerar: quando devem acontecer as atividades; quem é o responsável por elas; para quando são esperados os resultados; quando e por quanto tempo as mudanças devem ser monitoradas; quando o progresso deve ser avaliado; quanto tempo deve durar o período de testes etc.

Nesta etapa também ocorre avaliação dos resultados, tendo como objetivo verificar os ganhos ambientais e econômicos resultantes da P+L e avaliar os problemas encontrados em sua implementação. A avaliação dos resultados é realizada a partir da comparação dos indicadores de desempenho. Além disso, é necessário que haja a manutenção da integração com P+L, através de metodologias de trabalho e de ferramentas de melhoria, permitindo que a empresa se mantenha atualizada e eficiente em seus processos produtivos.

Nesta perspectiva, pode-se afirmar que o desenvolvimento de um modelo de maturidade para a sustentabilidade oferece uma base para a construção da estratégia, ajudando as empresas a priorizar ações e orientações baseadas em melhores práticas, visão compartilhada e na definição de que tipo de melhoria ou “maturidade” tal empresa precisa atingir para afirmar o desenvolvimento de produtos sustentáveis.

3.7 CONTRIBUIÇÕES DA FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Portanto, como já argumentado anteriormente na seção 3.2.3.1 e comprovado pela pesquisa bibliográfica sistemática apresentada na seção 2, a linha de pesquisa que necessita de mais estudos e pode atingir uma contribuição mais significativa para o desenvolvimento sustentável nas empresa é através da integração da sustentabilidade pelo viés da elaboração de um projeto que apoie o desenvolvimento e estabelecimento de uma estratégia de sustentabilidade para a empresa (BAUMGARTNER e RAUTER, 2017; RAUTER *et al.* 2017; HALLSATED, 2017; HALLSTEDT, 2016; HALLSTEDT *et al.*, 2013; HALLSTEDT *et al.*, 2010; JOHNSTON *et al.*, 2007; WAAGE, 2007; PUJARIA *et al.*, 2004 ; KAEBERNICK *et al.*, 2003; VELEVA *et al.*, 2001). Elevando o plano de integração da sustentabilidade às definições dos compromissos, visão e da missão da empresa. Ou seja, para que a integração da sustentabilidade seja bem sucedida, o processo de mudança deve adotar uma abordagem de pensamento sistêmico como uma menção para avaliar os conceitos com quais os produtos são produzidos. Assim, neste viés, tal mudança necessita mais do que ganhos incrementais alcançados pelo redesenho dos produtos e tecnologias existentes. Pois, o lançamento de um produto no mercado representa o resultado do esforço que a empresa realizou por um determinado tempo, que pode ser significativo e envolver quase todos os setores funcionais da empresa tanto no presente quanto com implicações nas vendas futuras e conseqüentemente na sobrevivência da empresa (ROZENFELD *et al.*, 2006). De modo que essa transformação precisa ser refletida nas estratégias, no planejamento estratégico de longo prazo e na capacidade de inovar. Portanto, com o propósito de contextualizar o potencial da integração da sustentabilidade e o desenvolvimento de inovações a partir de um ponto de vantagem, é preciso adotar uma mudança na mentalidade das empresas para abordar as estratégias (GAZIULUSOY, 2015). Tornando a sustentabilidade um objetivo no processo produtivo, não uma direção a ser seguida (MANZINE e VEZZOLI, 2002).

Um exemplo de modelo de maturidade que segue este linha de abordagem é o modelo de Hallstedt *et al.* (2013), descrito em mais detalhes anteriormente, constituído por quatro

níveis de maturidade, sendo que os dois primeiros níveis são baseados no cumprimento ou não das leis e regulamentos; o terceiro nível é construído sobre as oportunidades de negócios de sustentabilidade; o quarto e último nível de maturidade diz respeito apenas às poucas empresas que consideram a sustentabilidade como sua missão. Desta maneira, é possível argumentar que as atuações para integrar a sustentabilidade às empresas incidem em mudanças de comportamento organizacional que, por sua vez, devem ser correlacionadas ao contexto desta, englobando produtos, serviços, processos, pessoas e as partes interessadas (LABUSCHAGNE e BRENT, 2006; ROBINSON *et al.*, 2006). Gaziulusoy (2015), diz que tal processo de integração precisa adotar uma mudança na mentalidade das empresas, logo, é preciso o estabelecimento de uma definição clara sobre o que a sustentabilidade representa e uma visão para promover a integração da sustentabilidade na cultura organizacional, responsável por parte da transformação através da melhoria evolutiva dos processos. Assim, a integração da sustentabilidade tem sido discutida principalmente a nível organizacional, e não diretamente à nível de desenvolvimento detalhado dos produtos. Logo, existe uma lacuna para incluir definições de sustentabilidade no processo de tomada de decisão em projeto de engenharia (HALLSTEDT, 2017; BAUMGARTNER, 2014; BAUMGARTNER e EBNER, 2010).

Em consequência, para as empresas que já decidiram integrar a sustentabilidade, o desafio se forma em como executar tal decisão (BAUMGARTNER, 2014). Rauter *et al.* (2017) apontam que a sustentabilidade é inerente às estratégias e as atividades empresariais. Pois, conforme argumentam Mintzberg e Waters (1985), a gestão estratégica compreende duas fases importantes: a formulação da estratégia e a implementação da estratégia. Ou seja, se a estratégia não for planejada junto com o processo de implementação, ela se torna apenas um discurso sem eficácia. Para que essa situação seja evitada, é preciso que haja a habilidade de transformar a estratégia em ação através da elaboração de planos, programas, sistemas e indicadores de desempenho adequados (EPSTEIN e ROY, 2001). Neste sentido, Stead e Stead (2000) argumentam que para prover o desenvolvimento de um sistema de gestão estratégica voltado à sustentabilidade, é necessário que os valores da empresa estejam atrelados aos escopos do tema.

Em outras palavras, as mudanças na estratégia conduzem, conseqüentemente, a mudanças no modelo de negócios e nos processos de negócios. Tal reorientação estratégica pode implicar em alterações na logística e gestão de materiais, produção, manutenção, marketing, relações públicas, recursos humanos e comunicação (BAUMGARTNER e RAUTER, 2017; RAUTER *et al.* 2017). Além destes argumentos, também há fatores como a

liderança, cultura organizacional, estrutura, aplicação de melhores práticas, sistemas de recompensa, governança, ética e políticas que podem auxiliar o processo entre a formulação da estratégia e a sua implementação para a integração da sustentabilidade (NATHAN, 2010).

Em mais detalhes, é possível analisar que a liderança é fundamental no processo da implementação da estratégia da empresa, pois é com nela que são percebidos os valores gerenciais, que por sua vez, influenciam no estabelecimento de escolhas estratégicas e no compromisso com a implementação da sustentabilidade; assim como a aceitação por parte da gerência também é um pré-requisito para a implementação bem-sucedida de estratégias de sustentabilidade (RAUTER *et al.*, 2017; SIMAS *et al.*, 2013; STOUGHTON e LUDEMA, 2012). Segundo Eccles *et al.* (2012), o engajamento dos funcionários e o compromisso de liderança simultânea são cruciais para gerar uma mudança em direção à sustentabilidade. Pois, o compromisso de liderança fortalece o envolvimento dos funcionários e, conseqüentemente, o engajamento dos funcionários estimula o fortalecimento do envolvimento das partes interessadas. Eccles *et al.* (2012) descrevem que os líderes das empresas sustentáveis apresentam as seguintes características: adotam uma visão de longo prazo ao tomar decisões; ter uma direção clara em mente; estão dispostos a integrar as considerações de sustentabilidade nas decisões empresariais básicas e demonstram um alto grau de compromisso pessoal com a sustentabilidade que é suficiente para inspirar outros em toda a organização.

O fator cultura organizacional diz respeito ao conjunto de suposições composto pelo padrão de crenças e valores dos membros que influenciam o pensamento e a ação da organização, que são ilustrados nos comportamentos dos gerentes e funcionários (BONN e FISHER, 2011; NATHAN, 2010; BAUMGARTNER, 2009). Por este motivo, é preciso que haja a criação de uma cultura que valorize a sustentabilidade e gere o comprometimento dos empregados, meios de comunicações, missão que desenvolva prioridades para fornecer uma estrutura para a sustentabilidade em todas as formas possíveis na empresa (RAUTER *et al.*, 2017; STOUGHTON e LUDEMA, 2012; NATHAN, 2010). Além disso, RAUTER *et al.* (2017), por meio de entrevistas complementa descrevendo que a baixa rotatividade de mão-de-obra foi mencionada como sendo um efeito positivo de uma cultura organizacional orientada para a sustentabilidade. Quando a sustentabilidade é integrada à cultura da empresa, essa recebe a classificação de cultura organizacional “verde” ou “sustentável” (LINNENLUECKE e GRIFFITHS, 2010).

Já a estrutura organizacional é relevante devido ao fato que para a integração da sustentabilidade ser bem-sucedida, esta deve estar em coerência com as estratégias de

sustentabilidade corporativa, com os processos organizacionais e com a estrutura organizacional. Assim como o alinhamento entre a estratégia e a estrutura, para integrar a sustentabilidade também é necessário que haja motivação por parte do empregado, que pode ser gerada através de qualificações e/ou sistemas de recompensa (GALPIN, 1997). Logo, observa-se que se houver somente a aceitação da alta gerencia, não há integração. Portanto, todos os agentes envolvidos devem ser considerados no processo de implementação (LORANGE, 1998). Neste sentido, torna-se mais evidente que a comunicação (interna e externa) é um fator importante, pois permite o fluxo livre de informações relevantes e concordantes em uma base comum de conhecimento a ser criada e compartilhada entre parceiros, baseada em um processo contínuo de aprendizagem onde todos os envolvidos influenciam o desempenho uns dos outros. Por fim, é possível argumentar que é importante que sejam desenvolvidos indicadores de desempenho e de procedimentos de avaliação para avaliar o impacto das iniciativas de sustentabilidade (EPSTEIN e ROY, 2001).

4 MÉTODO DE PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO DO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DE PRODUTOS SUSTENTÁVEIS (PEPDIPS)

Nesta seção é apresentada a metodologia e a estrutura empregada para o desenvolvimento teórico do Método de Planejamento Estratégico do Processo de Desenvolvimento Integrado de Produtos Sustentáveis (PEPDIPS).

O Método de Planejamento Estratégico do Processo de Desenvolvimento Integrado de Produtos Sustentáveis (PEPDIPS) tem como objetivo nortear a integração da sustentabilidade ao PDP através da avaliação, inicialmente, qualitativa dos requisitos e das fases do PDP, partindo da etapa inicial de concepção do projeto. Por este motivo, o estudo fornece uma estrutura conceitual para o alcance da maturidade na implementação da sustentabilidade no processo de desenvolvimento de produtos através da elaboração de uma visão estratégica estruturada nos aspectos da sustentabilidade.

Assim sendo, o PEPDIPS é caracterizado como um método de maturidade composto por um processo cíclico com duas macro fases e quatro micro fases. Concebendo uma avaliação de apoio focada no processo de melhoria contínua que visa guiar os designers e engenheiros as melhores escolhas estratégicas aplicadas no planejamento e elaboração de um produto novo ou já existente. Estendendo sua avaliação para a gestão empresarial, necessária para estruturar e alicerçar tais mudanças. Ou seja, o PEPDIPS busca a integração da sustentabilidade nos processos organizacionais e por consequência no PDP. Agregando uma visão gerencial para o processo de melhoria contínua do PDP e consequentemente ao produto, não focando no produto. Deste modo, o PEPDIPS visa ajudar as empresas a aprimorar o PDP para a sustentabilidade, avaliando seus pontos fortes e fracos pautados na implementação da sustentabilidade, estabelecendo na organização uma visão geral da importância do tema a partir da comunicação.

E, como descrito anteriormente, o presente estudo conceitua que a sustentabilidade na perspectiva do PDP representa um elemento modificador de comportamentos, com foco na implementação de melhorias visando à integração dos fatores ambientais, sociais e econômicos, tornando-se essencial para elevar o desempenho, a competitividade e a longevidade das empresas. Assim como, gerar novas formas de colaboração entre as partes interessadas. Para tanto, no trabalho de desenvolvimento proposto pelo método será adotado o conceito de sustentabilidade apresentado pelo *Triple Bottom Line (3BL)*. Deste modo, a integração da sustentabilidade poderá ser exercida em cada dimensão separadamente,

agregando mais atenção e adaptação. Facilitando a identificação da dimensão com mais desenvolvimento e a que precisa de mais empenho.

Em vista disto, o PEPDIPS, especificamente, promove uma simplificação da realidade por meio da identificação de práticas sustentáveis no PE e no PDP, executando através do modelo de maturidade. Enfoca em destacar o que é essencial na integração da sustentabilidade nesta realidade, baseando-se em conhecimentos científico e estabelecendo uma lógica evolutiva dos níveis de maturidade. Visando ajudar a solucionar a falta de entendimento em como o desenvolvimento sustentável pode ser integração as atividades, estratégias e estruturas das empresas. O Método de Planejamento Estratégico do Processo de Desenvolvimento Integrado de Produtos Sustentáveis (PEPDIPS), ilustrado a figura 19, é formado por dois domínios de conhecimentos: Gerenciamento Organizacional e Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP).

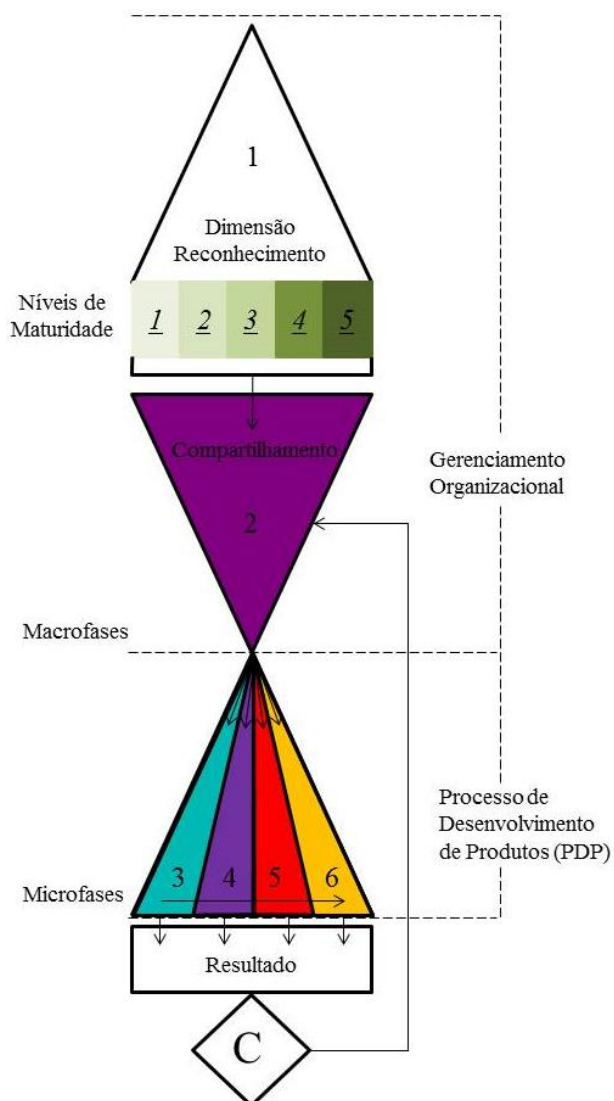


Figura 19 – Método de Planejamento Estratégico do Processo de Desenvolvimento Integrado de Produtos Sustentáveis (PEPDIPS).

Fonte: Autora.

O primeiro domínio, denominado de Gerenciamento Organizacional contém as duas macrofases do método. A abordagem deste domínio objetiva o planejamento da aplicação do método, por isto sua sequência é vertical, ou seja, paralela. A primeira macrofase é o Reconhecimento, que também representa o primeiro passo do método. A segunda macrofase e passo é o Compartilhamento.

O estágio de Reconhecimento é responsável por avaliar e categorizar o nível de maturidade da sustentabilidade organizacional. Essa avaliação se estrutura por um conjunto de parâmetros que contém a análise dos objetivos e da conduta empresarial perante a sustentabilidade, ou seja, quais são seus planos de execução de práticas mais sustentáveis e a sua importância. Em sequência, como o método trabalha com as três dimensões do 3BL separadamente para ao final atingir a sustentabilidade por meio do equilíbrio entre elas, as dimensões são avaliadas e categorizadas individualmente pelo nível de maturidade. Ao fim do primeiro passo, são apresentados os resultados para a elaboração do plano de ação, contendo as áreas por dimensão que necessitam de melhorias e as prioridades destas melhorias.

Os níveis de maturidade empregado na avaliação do PEPDIPS para a implementação da sustentabilidade foram definidos com base na análise de conteúdo obtido no referencial teórico. O PEPDIPS é composto por cinco níveis de maturidade, denominados de 5I que delineiam o desempenho e interação empresarial com o tema. Conforme ilustra a figura 20, o nível de maturidade aumenta a partir do terceiro nível, quando a empresa no seu contexto ou a partir da aplicação do método, executa práticas sustentáveis.



Figura 20 – 5I: Níveis de Maturidade do PEPDIPS.

Fonte: Autora.

Como ilustra a figura 20, a evolução da maturidade na integração da sustentabilidade inicia-se da compreensão errada da importância desta para a geração de valor em longo prazo fundamentada em sistemas de planejamento e produção mais sustentáveis e, posteriormente, para a estruturação do desenvolvimento da empresa apoiando-se em princípios de sustentabilidade. Os 5I que definem o posicionamento das empresas perante os aspectos da sustentabilidade são:

Nível 1 - Insignificante: refere-se às empresas que não objetivam a sustentabilidade ou são resistentes a sua integração. Por efeito, não prevê obter certificações, adoção de quaisquer

tipos de medida técnica / organizacional e nem a aplicação de recursos à causa. Também, podem estar em conflito com leis/regulamentações referentes ao desenvolvimento sustentável.

Nível 2 – Ignorante: refere-se às empresas que não possuem conhecimento das vantagens da implementação da sustentabilidade, porém por meio da competição do mercado e da influência de estratégias de marketing para atrair a sensibilidade do cliente, podem ter algumas experiência através de projetos iniciais visando melhorar a eficiência e redução do uso dos recursos. O progresso de seu avanço seria apenas para cumprir a legislação, apresentado um comportamento de conformismo. Este esforço ainda não é significativo para alterar a produção ou a estrutura organizacional, por isso a empresa ainda não busca certificados ou a dedicação de recursos acima do necessário para cumprir a meta.

Nível 3 – Interessada: refere-se às empresas que começam a considerar a sustentabilidade na tomada de decisões corporativas, reconhecendo as vantagens da implementação da sustentabilidade através da análise estratégica onde a sustentabilidade começa a ser considerada com equivalência aos outros interesses da empresa. Avaliando pontualmente, através de listas de verificação, quais são as áreas para a aplicação das primeiras melhorias incrementais e projetos-piloto, focando ir além do cumprimento à legislação. Ou seja, objetiva atender equilibradamente os requisitos das partes interessadas e as preferências estratégicas relacionadas à sustentabilidade, estabelecendo uma consciência e motivação interna para progredir, apresentado um comportamento oportunista. Logo, o terceiro nível ilustra uma primeira movimentação em direção à integração da sustentabilidade por meio da estratégia e do desenvolvimento de competências e capacidades. Assim, há o empenho de recursos e modificações tanto na produção quanto na estrutura organizacional. E pode haver atividades em processo de certificação.

Nível 4 – Ingressada: refere-se às empresas que já possuem algumas atividades certificadas, estando em progresso de incorporação da sustentabilidade em seu modelo de negócios e, conseqüentemente, no processo de desenvolvimento do produto. Objetivando a inovação radical de seus produtos, cultivando a sustentabilidade como um elemento essencial tanto para o ciclo de vida do produto quanto para o planejamento empresarial. Contudo, ainda que apresente uma maturidade satisfatória, possui problemas em sua estrutura organizacional para a total integração.

Nível 5 – Integrada: refere-se às empresas que obtém reconhecimento pela implementação da sustentabilidade devido a sua experiência considerável e por tratar a sustentabilidade conjuntamente com os objetivos prioritários da empresa, visando apoiar o processo de tomada de decisão para estratégias, metas, fatores técnicos e financeiros. Além

disso, a empresa mantém seus esforços para aplicar os aspectos da sustentabilidade em toda a empresa, o que inclui fornecedores e parceiros. Neste nível, a estrutura organizacional e os processos de produção são fundamentais para manter as certificações já alcançadas e as em progresso. Disponibilizando uma parte relevante dos recursos e agregando valor para todos os interessados por meio da inovação. No entanto, ainda há alguns problemas na integração da sustentabilidade no aspecto organizacional.

Portanto, é possível ser observado que a avaliação inicial da maturidade pode ser aplicada as empresas que ainda são resistentes à integração até as mais experientes. Tendo como base o nível 1 (insignificante), como nível intermediário o nível 2 (ignorante) e o nível 3 (interessada) e os últimos dois nível, 4 (ingressada) e 5 (integrada), como níveis avançados que buscam orientar o processo de melhoria continua para a sustentabilidade.

Em síntese, o avanço do nível 1 para o nível 2 é o cumprimento dos regulamentos e os padrões da indústria. Do nível 2 para o 3, é preciso que haja colaboração e compreensão para redesenhar o planejamento visando elaborar a visão e as estratégias para o desenvolvimento sustentável. Do nível 3 para o nível 4, é necessário que a integração tenha atingido todos os departamentos, buscando fundamentar um desempenho além de seus limites para a redução dos impactos. Do nível 4 para o nível 5 de maturidade é a transformação mais valiosa, pois representa que a empresa consegue contribuir para o avanço da sociedade rumo a uma sociedade mais sustentável.

Para avaliar o nível de maturidade, é necessária a aplicação de uma avaliação por um conjunto de cinco parâmetros que foram desenvolvidos por meio do embasamento nas pesquisas estudadas na fase de fundamentação teórica do estudo. Os parâmetros de avaliação são: estratégia, organizacional, motivação, operação e parceria. Cada parâmetro é composto por elementos que são relacionados com a abordagem destes parâmetros. Além destes parâmetros, há a tabela 15 que ilustra os três aspectos da sustentabilidade para a categorização das práticas sustentáveis.

No parâmetro da estratégia, os elementos são: (1) abordagem, que avalia a visão que a empresa tem sobre a sustentabilidade; (2) objetivo, que identifica o propósito da integração; (3) apoio, que avalia o relacionamento da alta gerência para a integração; (4) importância, avalia o comprometimento e a maturidade que a empresa possui para integrar a sustentabilidade e (5) tomada de decisão, avalia qual é o grau de influência que a sustentabilidade tem sobre as decisões da empresa.

O segundo parâmetro é o organizacional, que tem os seguintes elementos: (1) gestão de informação, avalia como é estruturado o envolvimento dos participantes para a integração;

(2) comunicação, avalia como são transferidos os conhecimentos e informações para a integração e (3) gestão de aprendizagem, avalia como é ofertado e disponibilizado o desenvolvimento de novas capacidades e conhecimentos para a integração.

No parâmetro motivação a avaliação é realizada através dos elementos: (1) enfoque, avalia o propósito da motivação da integração; (2) amplitude, avalia a totalidade dos setores envolvidos e (3) relação, avalia como a integração é propagada.

No quarto parâmetro – operação, a avaliação é realizado por dois elementos: (1) integração, avalia como a sustentabilidade é implementadas nas operações da empresa e (2) gestão de operação, avalia como é feito o gerenciamento e mensuração da implementação.

O último parâmetro é parceria, que avalia como a empresa dissemina sua integração da sustentabilidade junto aos fornecedores, por isso é constituída pelos elementos: (1) estrutura, avalia o tipo de relacionamento com os fornecedores; (2) objetivo, avalia o propósito da parceria para o desenvolvimento de produtos sustentáveis e (3) relação, avalia a relação da parceria entre a sustentabilidade e o desenvolvimento de produtos. As tabelas a seguir, especificam cada um dos elementos pertencentes aos cinco parâmetros.

Estratégia Como a empresa visualiza exercer a integração da sustentabilidade em seu planejamento estratégico para criar valor?	Elementos	(1I) Insignificante	(2I) Ignorante	(3I) Interessada	(4I) Ingressada	(5I) Integrada
	Abordagem	A sustentabilidade não é abordada em nenhum tipo de gestão. A única exceção é para o cumprimento de regulamento/leis, ou seja, fatores externos não controláveis.	A sustentabilidade é abordada apenas para a valorização da imagem da empresa.	A sustentabilidade começa a ser integrada, configurando-se como um importante motor para a empresa, mas não está em total consenso com os objetivos.	A sustentabilidade é essencial para o sucesso da empresa, estando integrada com os objetivos desta, que visa definir seus valores e missão em harmonia com a sustentabilidade.	A sustentabilidade é base para a inovação e a melhoria contínua do desempenho da empresa, construindo um modelo operacional dinâmico.
	Objetivo	O objetivo principal da empresa é obter capital financeiro.	O foco da empresa é atingir a eficácia e a qualidade em seus processos e produtos.	Os objetivos são a obtenção de produtividade e a eficiência.	Os objetivos da empresa é o desenvolvimento de suas atividades com a prevenção de impactos negativos socioambientais envolvendo ao máximo possível de operações.	O objetivo da empresa é desenvolver suas atividades por meio do processo participativo e integrado, aplicando os aspectos da sustentabilidade por toda rede.
	Apoio	Não há apoio/liderança por parte da alta administração	Apoio/liderança são mantidos como informais e suprem apenas as necessidades dos processos de avaliação e controle precisos para a execução das atividades.	Apoio/liderança são convencionais, por isso há uma unidade/equipe interna qualificada, mas não totalmente dedicada, cuja função é internalizar a sustentabilidade e identificar os recursos disponíveis para a integração.	Há o apoio e a liderança formal para orientar a integração da sustentabilidade conjuntamente com o envolvimento direto da alta administração. Em escala individual, todos os participantes possuem o mesmo grau de igualdade, consciência e qualificação para integrar a sustentabilidade na tomada de decisões e nas operações. Isto se deve à promoção de uma visão para a sustentabilidade compartilhada entre todos os patamares da empresa.	O apoio e a liderança focam-se no estabelecimento da uma cultura fundamentada em princípios e valores comuns agregados em todos os processos. Além disso, todos os participantes são tidos como ativos valiosos da organização. Por isso, são estimulados a desenvolver o pensamento criativo e flexível. Manter um ambiente de aprendizagem com o compartilhamento de informações, tendo o poder de participação nos processos de tomada de decisão.

	Importância	Sustentabilidade é o primeiro elemento a ser excluído.	A importância da inclusão da sustentabilidade e a definição de objetivos para esta são identificadas, mas são inequivocamente retratados; não estando alinhadas com o principal objetivo da empresa.	A importância da sustentabilidade para a empresa já é adequadamente retratada e identificada, mas ainda esta sem alinhamento com o objetivo e os processos da empresa.	A sustentabilidade é interdependente do objetivo e dos processos da empresa. Portanto, já há um alinhamento mais próximo entre os principais alvos da empresa e a sustentabilidade. Contudo, ainda há prioridades mais altas.	A sustentabilidade recebe igual importância a outros critérios, pois ela tem o papel de impulsionar o negócio, ou seja, a empresa é guiada pelos princípios da sustentabilidade.
	Tomada de decisão	Não se aplica em relação à sustentabilidade.	A tomada de decisão é fundamentada no equilíbrio risco (custos) / recompensa (retorno capital).	Sua gestão para a tomada de decisão consiste na integração sistematizada da sustentabilidade, almejando a redução de custos visando obter vantagens competitivas através do planejamento e controle de processos para atividades individuais.	A gestão da tomada de decisão foca no planejamento e no controle de múltiplas atividades, visando corrigir continuamente as adaptações, onde os custos da implementação da sustentabilidade começam a ser absorvidos e distribuídos entre os processos. Neste nível, já é possível encontrar avaliações quantificadas e mensuráveis.	A tomada de decisão constitui-se por ações proativas, otimizadas e integradas que promovem insights rápidos e importantes para solucioná-la problemas de maneira criativa. Sendo que foco dos processos de controle e avaliação passa a ser o desenvolvimento da aprendizagem.
Evolução		Sem planejamento estratégico para a sustentabilidade.	Planejamento estratégico para obtenção de vantagem.	Planejamento estratégico para a integração.	Planejamento estratégico para a criação de valor.	Planejamento estratégico integrado com a sustentabilidade

Tabela 12 – Parâmetro Estratégia.

Fonte: Autora.

Organizacional Como são convergidos os valores, crenças, comportamentos e a missão da empresa para a geração de valor com parâmetros da sustentabilidade?	Níveis	(1I) Insignificante	(2I) Ignorante	(3I) Interessada	(4I) Ingressada	(5I) Integrada
	Gestão da informação	Sua utilização é apenas por necessidade de gestão e responsabilização.	A gestão da informação objetiva gerar apoio para a tomada de decisão e a sustentabilidade é apenas um dos elementos do planejamento para atingir a vantagem competitiva.	Além de gerar apoio, visa customizar a gestão de controle, a tomada de decisão e elaboração dos planos em prol da sustentabilidade.	A gestão de informação é tratada como um recurso usado estrategicamente para ampliar a consistência da integração da sustentabilidade.	A gestão de informação é operacionalizada com fluxo livre para o compartilhado e aquisição de conhecimento com alvo na geração de novas competências, capacidades, vantagens competitivas; aumentar a velocidade de resposta ao mercado e a eficácia nos processos, motivação; incorporando o desenvolvimento de inovações na tomada de decisão por toda a empresa visando a integração e geração de valor sustentável.
	Comunicação	Não há canais interno formais de comunicação.	Há canais informais com alvo de divulgar os planos de venda da empresa.	Os canais de comunicação são em sentido top-down, formais e promovem a integração da sustentabilidade, porém não há a participação de todos os setores da empresa.	Os canais de comunicação se estruturam em ciclos de realimentação que englobam todos os setores da empresa, buscando aprofundar os diálogos que alavancam o aprendizado organizacional. Tem o objetivo de incentivar a inovação sustentável e propagar mudanças comportamentais que levem à mudanças de pensamentos sobre a execução das funções (consciência interna).	Os canais de comunicação são estruturados para garantir que haja a participação e o envolvimento de todas as partes interessadas no processo de tomada de decisão. É uma ferramenta usada para reforçar que a sustentabilidade é intrínseca à cultura da empresa. Constituem um meio de compartilhamento de conhecimentos para elevar o desenvolvimento de soluções criativas.
	Gestão do conhecimento	Não há valorização/opportunidade para à aprendizagem, seja	Oportunidade para o aprendizado é ofertada para suprir necessidades	Um ambiente de aprendizado em equipe é estabelecido para melhorar	A gestão de conhecimento foca na transferência contínua de conhecimentos	A gestão de conhecimento tem enfoque flexível e criativo que visa melhorar

		ela individual ou coletiva.	funcionais. O conhecimento para a integração da sustentabilidade é a no nível executivo.	a eficiência e as competências funcionais essenciais para a prática da sustentabilidade.	para aprimorar as capacidades de inovação, competências e educação dos envolvidos na integração das práticas sustentáveis. Mantém uma linguagem compartilhada.	as capacidades dos envolvidos por meio do compartilhamento das experiências individuais, aliando o ganho deste compartilhamento com a estratégia da empresa. O aprendizado é visto como uma fonte para agregar novas oportunidades de negócio, inovação, retorno e agilidade para responder às mudanças do mercado.
Evolução	Sem estrutura organizacional para o desenvolvimento sustentável.	Estrutura organizacional voltada à obtenção de vantagem.	Estrutura organizacional voltada para a integração.	Estrutura organizacional voltada para a criação de valor e aprendizado.	Estrutura organizacional integrada com a sustentabilidade	

Tabela 13 – Parâmetro Organizacional.

Fonte: Autora.

	Níveis	(1I) Insignificante	(2I) Ignorante	(3I) Interessada	(4I) Ingressada	(5I) Integrada
Motivação Como a empresa motiva as partes interessadas para integrar a sustentabilidade em suas atividades?	Enfoque	Não há o desenvolvimento de processos comportamentais que envolvam e motivem as pessoas participantes.	Há o desenvolvimento de processos comportamentais voltados a gerar motivação individual para objetivos específicos da empresa. Não há interação interna/externa entre as equipes. São estruturados por sistema de recompensa.	Os processos comportamentais tem enfoque no envolvimento dos participantes com a cultura estabelecida pela empresa, estimulando a cooperação interna das equipes e motivações coletivas para a tomada de atitudes por meio de recompensa. Há o gerenciamento de desempenho interno das equipes.	Os processos comportamentais abrangem a cooperação interna e externa entre as equipes com métodos de recompensa um pouco mais personalizados. Há o gerenciamento de desempenho interno e semi-integrado entre as equipes.	Os processos comportamentais são elaborados visando estabelecer uma perspectiva de autogestão de trabalho para atender as expectativas compartilhadas da liderança. Os sistemas de recompensas são alterativos, buscando gerar reconhecimento. Há o gerenciamento de desempenho integrado entre as equipes.
	Amplitude	Não há o envolvimento/motivação comum compartilhada tanto a nível interno quanto externo das equipes.	A amplitude de envolvimento é a nível individual, ou seja, não há interesse de desenvolver um desempenho coletivo. Contudo, começa a ser visto a necessidade de manter uma cooperação interna das equipes. Como não a liderança formal, não ocorre o empoderamento.	A amplitude de motivação é coletiva internamente, mantendo relacionamentos para o compartilhamento de experiências com o propósito de melhorar o desempenho da equipe. O empoderamento ocorre no coletivo da equipe.	Os processos comportamentais abrangem o coletivo (interno/externo), estruturando a melhoria de desempenho entre as equipes, mantendo a cooperação proativa e o empoderamento coletivo (interno/externo) com base na cultura e nos valores organizacionais. Valorizando avanços incrementais como fontes significativas melhorias no desempenho.	Os processos comportamentais englobam toda a organização por meio do diálogo inclusivo e da participação ativa de todos os participantes. A motivação visa agregar significado, valor e objetivos comuns ao desempenho das funções. Gerando satisfação, identidade e responsabilidade com o resultado atingido. A motivação também esta em equilíbrio com a estratégia, crenças, valores e cultura da empresa.
	Relação com a sustentabilidade	Motivação para o desenvolvimento sustentável é causa apenas pelo cumprimento de leis.	Motivação para o desenvolvimento sustentável á encontrado em sensos individuais não compartilhados.	A motivação para o desenvolvimento sustentável é encontrado na organização por meio das tentativas de adequar as	O relacionamento da motivação para a integração da sustentabilidade se estabelece através das	A relação motivação e sustentabilidade se estabelecem pela busca de resultados além dos estipulados, pelo

				atividades exercidas e do senso coletivo e individual dos participantes para a integração da sustentabilidade.	capacitações e o processo de melhoria contínua.	crescimento e sucesso da empresa.
Evolução	Sem motivações para o desenvolvimento sustentável.	Motivação parcial o desenvolvimento sustentável.	Motivação focada na integração da sustentabilidade.	Motivação focada na criação de valor e pertencimento.	Motivação integrada com os aspectos da sustentabilidade.	

Tabela 14 – Parâmetro Motivação.

Fonte: Autora.

Parcerias Como a empresa visa difundir sua integração da sustentabilidade?	Níveis	(1I) Insignificante	(2I) Ignorante	(3I) Interessada	(4I) Ingressada	(5I) Integrada
	Estrutura	Hierárquica	Entrega	Colaborativa	Somatória	Conjunta
	Objetivo	Ajudar na redução de custo.	Ajudar a aumentar a eficiência e qualidade nos processos e produtos.	Ajudar a melhorar a qualidade, eficiência e produtividade.	Ajudar a melhorar a responsabilidade socioambiental no desenvolvimento das atividades.	Ajudar a construir uma rede de cooperação e aprendizado, tendo como alvo a melhoria do desempenho, dissimilação da missão, visão, valores e posicionamento da empresa em relação à sustentabilidade.
	Relação	Preço - estabelece uma relação de concorrência entre os parceiros.	Interativa – estabelece uma relação visando à colaboração e proatividade.	Colaborativa - estabelece uma relação visando à distribuição das atividades, valores e capacidades.	Junção de forças - estabelece uma relação visando à melhoria contínua de seus processos por meio da sintonia dos valores e as crenças da empresa entre seus parceiros.	Cooperação - estabelece uma relação visando à ampliar a confiança dos envolvidos e das partes interessadas.
Evolução	Parceira sem foco nos aspectos da sustentabilidade.	Parceira para obtenção de recursos.	Parceira focada na integração da sustentabilidade.	Parceira focada na criação de valor.	Parceira integrada com os aspectos da sustentabilidade	

Tabela 15 – Parâmetro Parcerias.

Fonte: Autora.

	Níveis	(1I) Insignificante	(2I) Ignorante	(3I) Interessada	(4I) Ingressada	(5I) Integrada
Operação Como a empresa age para integrar a sustentabilidade nas suas operações?	Integração	A sustentabilidade não é vista como um fator importante na gestão de operações.	A sustentabilidade é integrada para redução dos impactos socioambientais negativos dos sistemas de produção apenas para trazer visibilidade e rentabilidade à empresa. Exercendo uma pequena e inconsistente abordagem para o progresso em direção à gestão de operações sustentáveis. São processos com conceitos básicos para a sustentabilidade, que podem ser repetidos e não depende de mudanças enérgicas.	A integração da sustentabilidade se estrutura em políticas estabelecidas pelos gestores para a introdução, a longo prazo, desta nas operações da empresa.	A integração da sustentabilidade se faz por meio da capacitação e responsabilização do desenvolvimento de operações mais sustentáveis. São operações com foco na redução dos impactos socioambientais negativos pela gestão de controle e processos personalizados, conhecidos por todos os envolvidos.	A integração da sustentabilidade é completa, atingindo todos os setores operacionais da empresa. A gestão trata a aplicação das práticas sustentáveis nas operações como um motor na busca ininterrupta por melhorias e otimização que levem à inovação e ao sucesso empresarial. As operações estão de acordo com os objetivos estratégicos, ajudam a refletir os valores, responsabilidade e ética da empresa.
	Gestão de operações	Não há processos que integrem fatores da sustentabilidade à gestão de operações. Não há mensuração do desempenho operacional relacionado à sustentabilidade, quando há é por regulamentações/leis que não são compreendidos e discutidos.	A gestão de operação tem disponibilidade para mensurar o avanço no desenvolvimento sustentável apenas nos objetivos da empresa e, pode não ser executado.	A gestão de operações mensura o crescimento das práticas sustentáveis, avaliando pela retrospectiva. Ainda, os níveis de desenvolvimento das práticas de melhorias sustentáveis nas operações são básicos e simplificados como, por exemplo: redução do uso de suprimentos, tratamento dos resíduos, etc.	A gestão de operações mensura o avanço e a qualidade da integração da sustentabilidade nos processos exercidos. As práticas sustentáveis utilizadas para a melhoria contínua são mais enérgicas e personalizadas à empresa.	A gestão da sustentabilidade mensura prospectivamente a melhoria dos processos. As práticas sustentáveis são focadas na redução dos impactos socioambientais negativos por meio da análise para evitar a repetição de ineficiência, defeitos conhecidos entre outros desperdícios que causem danos.
Evolução		Operações sem foco nos aspectos da sustentabilidade.	Operações levemente influenciadas pela sustentabilidade.	Operações focadas na integração da sustentabilidade.	Operações focadas na melhoria contínua para a sustentabilidade.	Operações integradas com os aspectos da sustentabilidade

Tabela 16 – Parâmetro Operação.

Fonte: Autora.

	Ambiental	Social	Financeiro
1I	-Cumprimento apenas das normas exigidas para a atividade da empresa ou para a participação em um mercado.	-Cumprimento das normas trabalhistas.	- Atividades com foco na redução dos custos para maximizar o retorno. -Sem divisão/participação no lucro. - Investimentos voltados para o ganho capital, sem envolvimento com o desenvolvimento sustentável.
2I	-Uso de materiais recicláveis.	-Ambientes de trabalho em condições saudáveis (ex.: higienizado, sem ruídos, sem tóxicos). -Ambientes de trabalho com segurança para prevenir de acidentes. -Relatórios sobre aspectos sociais das atividades comerciais. - Informar sobre como fazer uso do produto de modo seguro.	- Redução dos estoques. - Maquinário com uso equilibrado de energia.
3I	-Tratamento dos resíduos líquidos, gasosos e sólidos. -Redução do uso de materiais tóxicos. -Uso de materiais biodegradáveis. -Redução da taxa de defeitos. - Em embalagens: evitar o excesso de materiais. - Utilizar maquinário que tenham baixo consumo de energia.	-Oferta de treinamento de funcionários. -Respeito pelos direitos humanos na empresa. -Integração de partes interessadas externas. -Contribuições para o desenvolvimento social da comunidade local. -Organização do trabalho visa à garantia da eficiência. -Redução da taxa de acidentes. -Redução da taxa de afastamento por doenças relacionadas ao trabalho. - Gerar informativos sobre o uso correto do produto. - Gerar informativos sobre o descarte correto do produto	-Redução de desperdícios. - Uso energético eficiente de máquinas. - Colaboração com vários parceiros. -Importância de questões relacionadas à sustentabilidade na compra. - Comércio e renda justa. - Investimentos em ações com envolvimento no desenvolvimento sustentável.
4I	-Eliminação do uso de materiais tóxicos. -Uso de matérias renováveis. -Produtos com fácil atualização. -Uso de materiais que facilitam a manutenção. - Produtos com políticas de <i>take back</i> . - Reduzir o número de componentes. - Planejar a produção para que economize recursos energético - Projetar para a desmontagem.	-Orientação e desenvolvimento para funcionários. -Governancia corporativa. Participação de funcionários na tomada de decisão. -Contribuição para o desenvolvimento social a nível regional/nacional. -Organização do trabalho visa o desenvolvimento da criatividade. -Comportamento ético da empresa (evitando corrupção, cartelização).	-Operacionalização de sistemas de informação que podem levar ao desenvolvimento de vantagens competitivas. - Cooperação com vários parceiros. - Projetar produtos para a economia de energia através de mecanismos de deligamento automático. - Divisão/participação no lucro.

	- Projetar produtos com múltiplas funções;	-Descrições detalhadas dos produtos aos consumidores. -Redução da taxa de rotatividade. -Aumento da satisfação do empregado (atratividade da empresa).	
51	-Uso de tecnologias ambientalmente amigáveis. - Avaliar as propriedades químicas da matéria-prima para definir os possíveis impactos. -Uso eficiente das instalações de produção e infraestrutura. - Garantir a durabilidade dos produtos. - Escolha de recursos para reduzir o uso de recursos não-renováveis. - Instalar fontes produtoras de energia renovável.	-Capacitação com enfoque de gerar novas oportunidades. -Treinamento contínuo. -Contribuição para o desenvolvimento social de toda a comunidade interada com a empresa. - Respeito e igualdade a diversidade cultural. -Aumento da oportunidade de emprego. - Gerar informativos sobre os impactos causados e os reduzidos.	-Abordagens que disseminam o conhecimento relacionado à sustentabilidade na organização. -Gestão da sustentabilidade corporativa. - Projetar produtos para a economia de energia através de mecanismos que equilibram o emprego deste.

Tabela 17 – Práticas Sustentáveis.

Fonte: Autora.

Para a avaliação de cada parâmetro é necessário o emprego da Escala de Likert de 3 pontos, que atribui uma análise qualitativa com pontuação 0, 3 e 5 para cada item analisado. O conceito da pontuação é conferir um grau de atendimento à sustentabilidade em cada elemento dos parâmetros, ou seja, se não há nenhum tipo de interação, a pontuação é 0 e, se a interação é plena a pontuação é 5. A variância de interação é pontuada em 3, conforme apresenta a tabela 18.

Escala Likert	Descrição de interação
0	Não há qualquer sinal de interação ao item.
3	A interação é parcialmente, ou seja, se enquadra na descrição do elemento, mas não atende totalmente.
5	A interação é total, ou seja, se enquadra plena mente na descrição do elemento.

Tabela 18 – Escala Likert.
Fonte: Autora.

Sente sentido, há a somatória vertical das interações de todos os elementos para obter o resultado da avaliação. O enquadramento ao nível de maturidade é identificado pela maior pontuação. Este representará o nível de maturidade que a empresa possui em determinado parâmetro. Ao final, os resultados são ilustrados na grade de maturidade disposta na figura 21. A grade de maturidade ilustra os níveis inferiores de maturidade ao centro, estendendo-se aos níveis mais elevados.

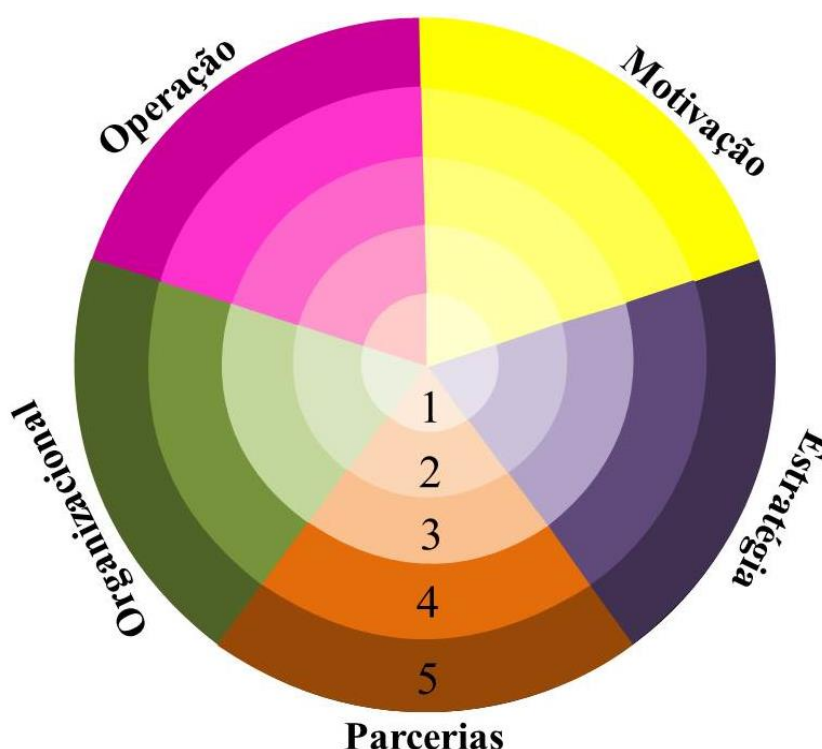


Figura 21 – Grade de Maturidade PEPDIPS.
Fonte: Autora.

A partir da grade de maturidade, pode-se identificar o nível de maturidade que a empresa possui em análise geral dos parâmetros. Assim, também, poderá ocorrer a identificação de desequilíbrios entre os níveis, sendo, nestes casos, trabalhado primeiro os planos de ação para o desenvolvimento de tal parâmetro com o escopo de nivelar maturidade da empresa. Quando todos os parâmetros apresentarem igualdade, a próxima etapa é a elaboração de planos para atingir o próximo nível de maturidade.

Portanto, a macarofase Compartilhamento corresponde à transmissão dos dados obtidos na avaliação da maturidade para a elaboração dos planos de ação e verificação das práticas sustentáveis. Logo, verifica-se que o apoio da gerência se faz de fundamental importância para a implementação do tema. Por este motivo, quanto melhor for o apoio e envolvimento da parte gerencial, maior será o alcance da integração da sustentabilidade. Também, para trabalhar com os planos de ação nas microfases é preciso que a comunicação mantenha um canal de diálogo com toda a organização, através de uma linguagem comum. Através desta linguagem comum serão transmitidos os novos valores, a nova missão e conduta adotada pela empresa no plano de ação, bem como, as necessidades de melhorias.

Outra função desta etapa do método é analisar a relação que os planos de ação estabelecem entre os parâmetros, delimitando o campo de atuação para as melhorias. Por fim, a etapa Compartilhamento também é a responsável em apresentar o enquadramento da tipologia do produto trabalhado, quais as estratégias do LCD e sua relação função versus estética. Como afirmado anteriormente, o método PEPDIPS não tem o objetivo direto de elaborar novos produtos, mas sim de originar um direcionamento para a integração da sustentabilidade no âmbito organizacional e por consequência a integração as operações da empresa. Sendo assim, a necessidade de identificar o produto a ser analisado é para apontar qual é o tempo útil deste; quais são etapas no ciclo de vida que mais causa impacto e quais são suas características.

A definição da tipologia de produtos empregada no método PEPDIPS é fundamentada nos autores Löbach (2001), Manzini e Vezzoli (2002) e Vezzoli (2010), cujas contribuições ajudaram a construir a subseção 3.5.1. Sendo assim, foram determinadas quatro classificações de produtos com o propósito de facilitar a análise estratégica para a aplicação do método apresentado por este estudo. As quatro categorias são dividida pela diferenciação entre tempo e recursos. Em outras palavras, foram considerados dois tipos produtos com relação ao tempo que leva para ser utilizado ou para ser consumido e outros dois pelo aspecto do emprego de recursos para seu funcionamento. Na perspectiva do tempo estão as categorias: produtos de consumo instantâneo e produtos de consumo temporário; em compreensão do uso dos

recursos estão as classificações: produtos de consumo independente e produto de consumo dependente. A seguir, os tópicos descrevem em mais detalhes cada tipo de produto:

- **Produtos de consumo instantâneo** (inexistentes após seu uso): são produtos que satisfazem rapidamente uma necessidade fundamental e são consumidos durante o uso, ou seja, são inexistentes após seu uso. Não possuem características peculiares e são diferenciáveis pelas suas marcas, por isso a configuração das embalagens pode influenciar diretamente a decisão de compra do consumidor. São exemplos desta categoria: produtos alimentícios, produtos de limpeza, produtos de higiene, entre outros.

- **Produtos de consumo temporário**: são produtos caracterizados pela apresentação de mudanças que podem ser tecnológicas e/ou de aparência, portanto, sua essência não é pautada no seu funcionamento. Logo, seu consumo não é prolongado e é diretamente dependente da análise cultural. Em maioria, são produtos de pequena complexidade técnica, com baixo custo de produção e de uso individual ou quase individual. Possibilitam a reciclagem e o reuso de seus componentes/matéria-prima. São exemplos desta categoria: acessórios, vestuário, calçado, jornais, embalagens, descartáveis, etc.

- **Produtos de consumo independente**: são produtos que tem como principal características o baixo consumo ou nenhum de recursos durante a fase de uso, ou seja, geram impactos em todas as outras fases. Nesta categoria se enquadram produtos industriais que são utilizados indiretamente pelos consumidores ou em uso coletivo dentro de grupos privados ou públicos. Por este motivo, esses produtos têm primeiramente uma função prática, e quando de uso indireto são partes de um projeto mais amplo. São exemplos desta categoria: turbinas de geração de energia elétrica; transformadores; mobiliário urbano (bancos públicos, placas, portões, etc); mobiliário (mesa, sofá, armários, etc); ferramentas manuais (mangueira, enxada, carinho de mão, etc); entre outros.

- **Produtos de consumo dependente**: como o título descreve, são produtos que tem como principal característica a necessidade de recursos para seu uso e manutenção. São produtos que causam impactos em todas as fases do ciclo de vida. Logo, as estratégias devem ser planejadas conforme as particularidades destes. São exemplos desta categoria: automóveis; motocicletas; eletrodomésticos (refrigeradores, televisor, ar condicionado, etc); eletroportáteis tecnológicos (celulares, notebooks; tablets, etc).

Além da determinação da tipologia dos produtos, é possível delinear e deliberar, a partir da análise das características, as estratégias que pode ser planejadas para o processo produtivo. Logo, o presente estudo lista cinco estratégias para o processo e projeto de

produtos sustentáveis, baseando-se na fundamentação teórica da subseção 3.5.1. As estratégias são:

- Seleção de recursos para a minimização e/ou eliminação (**estratégia 1**): foca na redução do uso de recursos naturais e não renováveis; eficácia e minimização do uso da água e energia. Pode ser aplicada por meio da seleção de matérias que geram menos impactos ambientais; com recursos reciclados e/ou recicláveis; recursos biodegradáveis; minimização do conteúdo material (melhor aproveitamento); diminuição do número de peças; redução das perdas e refugos; do consumo de energia; substituição/eliminação de insumos tóxicos; uso de materiais livres de metais pesados; e do planejamento na fase de projeto para que o produto exerça a eficiência do consumo de recursos durante a fase de uso;

- Aplicação de processos de baixo impacto ambiental (**estratégia 2**): implica em projetar visando utilizar materiais e fontes de energia de alta qualidade ambiental, que geram baixo impacto. Na prática, essa seleção significa que o produto será desenvolvido por meio do emprego de práticas sustentáveis, com a cadeia de suprimentos formada por parceiros com o objetivo do desenvolvimento sustentável, tratamento dos efluentes, redução de etapas, design com recursos atóxicos e não nocivos em todas as etapas do ciclo de vida.

- Otimizar a vida dos produtos (**estratégia 3**): é quando o projeto que visa a extensão do tempo de vida útil dos produtos e a intensificação do seu uso. Pode ser executada através da facilidade em realizar atualizações e adaptações; reutilização e remanufatura.

- Estender a vida dos materiais (**estratégia 4**): é pensar no uso de materiais que podem ser reprocessados após o fim de vida útil do produto ou na reciclagem dos insumos desperdiçados na etapa de produção, a fim de obter novas matérias-primas.

- Facilitar a desmontagem (**estratégia 5**): é uma estratégia útil para ajudar a estender a vida útil dos materiais e produtos, pois visa projetar melhorando o sistema de separação das partes do produto e dos materiais incompatíveis entre si. Para isso é necessário que haja a identificação dos materiais que compõem o produto; que o projeto vise à reutilização e evite a ocorrência de união entre materiais incompatíveis.

Como pode ser observado, as estratégias devem ser empregadas em conjunto para que todas as oportunidades sejam observadas. Assim como, observar em qual dos aspectos – funcionalidade e estética – o produto mais engloba. Tais considerações podem ser apreciadas a partir da tabela 19.

Tipos de produtos	Estratégias					Funcionalidade x Estética			
	1	2	3	4	5				
Produtos de consumo instantâneo	X	X		X	X	F	F	E	E
Produtos de consumo temporário	X	X	X	X	X	F	F	E	E
Produtos de consumo independente	X	X	X	X	X	F	F	E	E
Produtos de consumo dependente	X	X	X	X	X	F	F	E	E

Tabela 19 – Análise da tipologia dos produtos.

Fonte: autora.

Deste modo, entende-se que a segunda macrofase é a responsável pela divulgação enquanto que a primeira é a responsável pela avaliação. Conseqüentemente, o domínio do Gerenciamento Organizacional é caracterizado pelo planejamento da aplicação do PEPDIPS.

O segundo domínio, Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP) contém os quatro passos seguintes da aplicação, que correspondem as microfases do método. A abordagem deste domínio objetiva a execução do método, à vista disto, o domínio possui uma seqüência horizontal, ou seja, linear. Em outras palavras, este domínio representa a parte prática do método.

No PEPDIPS as quatro microfases são distribuídas entre o pré-desenvolvimento, desenvolvimento e pós-desenvolvimento. O pré-desenvolvimento é a parte do PDP que deve garantir que o direcionamento estratégico determinado pela avaliação da maturidade (macrofases) sejam ordenadamente transmitido aos projetos que deverão ser desenvolvidos. No método PEPDIPS, o Planejamento Estratégico compõem o pré-desenvolvimento. A importância do Planejamento Estratégico é ligar os objetivos da empresa aos dos produtos desenvolvidos. Por isso, deve buscar oportunidades para o mantimento do sucesso desta no longo prazo. Focar no uso eficiente dos recursos de desenvolvimento; ser de rápido início e instalar critérios bem definido para avaliação dos projetos e dos riscos, prevenindo problemas.

Seguindo, o desenvolvimento no PEPDIPS é composto pelas microfases projeto e produção. Neste momento, todas as informações relevantes para a proposição do produto já foram obtidas, sendo então o desenvolvimento importante para a elaboração do projeto, microfase onde são detalhados dos dados técnicos do produto e para o processo produtivo. E a microfase de produção onde ocorre a fabricação do produto em si. Após, o ciclo finaliza com o pós-desenvolvimento que compreende o lançamento do produto no mercado pelo plano de marketing (microfasse 6), responsável pela apresentação das inovações atribuídas ao produto. Bem como, o levantamento e documentação do seu desempenho.

Para a passagem de uma fase do PDP para outra acontece à revisão e aprovação. Ou seja, se todos os requisitos necessários e atividades propostas forem desempenhados, pode-se

iniciar a próxima etapa. Este processo é simbolizado pelo losango, denominado pelo termo em inglês *gate* (portão).

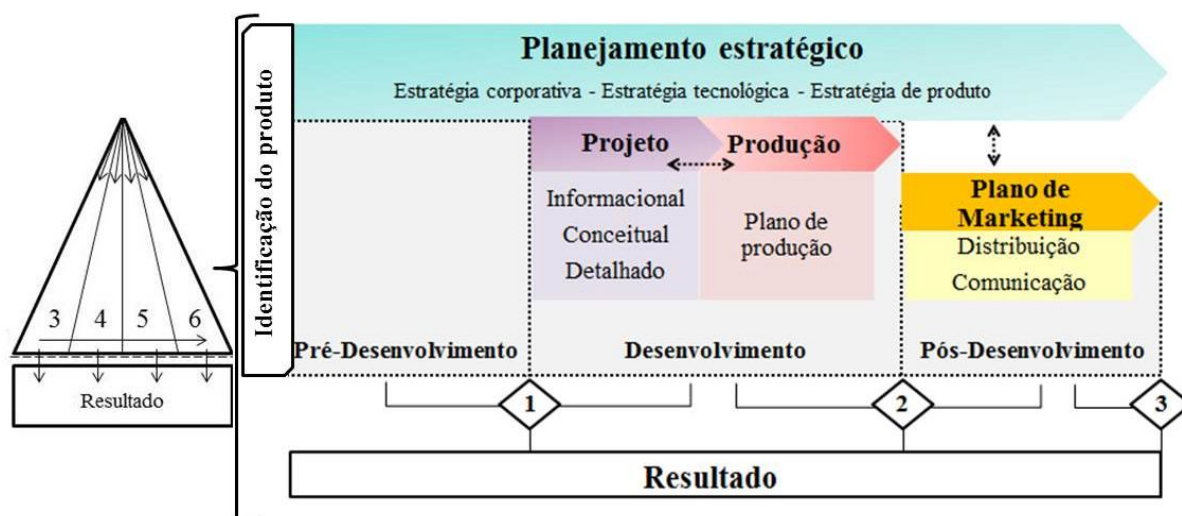


Figura 22 – Ampliação das microfases do PEPDIPS.
Fonte: Autora.

Conforme a figura 22 ilustra a disposição de cada microfase no PDIP, é possível observar que a microfase Planejamento Estratégico (pré-desenvolvimento) é paralela às demais. Isto ocorre porque uma das suas finalidades é agregar e desenvolver informações para as demais microfases. Logo, a representação paralela significa o reflexo dessas informações. Também, nas microfases Projeto e Produção (desenvolvimento), que são alinhadas, há uma seta com duplo direcionamento representando o compartilhamento de dados. Por fim, o plano de marketing ilustra o pós-desenvolvimento.

A etapa do Planejamento Estratégico (PE) tem como alvo construir informações que orientem o PDP no que se refere às: estratégias tecnológicas (tempo para introdução das inovações tecnológicas); estratégias de produto (segmentos de mercado que empresa atua, suas linhas de produto, quais são os canais de distribuição e comunicação empregados); e as estratégias corporativas (objetivos, meios e metas da empresa). Isto posto, o PE pode ser descrito como a microfase onde são traçadas as estratégias e vantagens da integração da sustentabilidade por meio da análise de mercado, pretensões empresariais e inovação tecnológica. Estabelecendo coerência e consistência à integração por toda organização e no gerenciamento do desenvolvimento do produto (o PDP).

Neste sentido, o desenvolvimento adequado do PE significa um direcionamento para criar uma estrutura capaz de reduzir discordâncias vivenciadas quando há conflitos entre o propósito da elaboração de um produto por parte de seus desenvolvedores e a parte gerencial da empresa. Tal falta de sintonia acarreta em falhas na compreensão do tempo para introdução

de novos produtos ou novos paradigmas para a continuidade do lançamento dos produtos, no cálculo dos custos de desenvolvimento e na fixação de capacidades para garantir que a empresa possa prosseguir tendo um desenvolvimento eficaz no longo prazo. Deste modo, o desempenho do PDP depende da maneira de como a empresa desenvolve seus produtos, que é o que regulará o desempenho do produto no mercado. Ou seja, o PE do PDP é atrelado às estratégias, aos aspectos organizacionais, ao gerenciamento, a cadeia de fornecedores e todos os outros elementos que interagem com esta atividade.

Baseando-se nestas argumentações, a estratégia no nível corporativo é descrita como aquela que direciona e identifica as decisões da empresa em termos de como agir (objetivos), quais são os seus propósitos de evolução (missão), seu reconhecimento em termos de desempenho, capitalização, estrutura física (meios e metas). Em suma, a estratégia corporativa é o primeiro passo do PE. A estratégia tecnológica é o segundo passo do PE, pois visa analisar qual é a melhor oportunidade de inovação para obter vantagem competitiva e o tempo para introdução dessas inovações ao produto. Sendo a estratégia de produto o terceiro passo do PE. Focando em identificar o segmento de mercado, suas linhas de produto, quais são os canais de distribuição e comunicação que poderão ser empregados. A análise estratégia trazida pelo PE permite identificar as forças e as fraquezas da empresa. Portanto, nesta microfases podem ser utilizadas ferramentas como as descritas na seção sobre o planejamento estratégico. Uma vez definido o PE, metas e indicadores também precisam ser definidos para averiguar a implementação da estratégia e os resultados atingidos. Ao final, o planejamento é avaliado e aprovado no *gate* 1.

A segunda microfase e quarto passo é o Projeto, correspondente ao planejamento do produto a partir das metas arquitetadas nas macrofases e na primeira microfase (PE). O projeto é composto por três etapas, que são: projeto informacional, projeto conceitual e projeto detalhado.

O Projeto Informacional corresponde à descrição das atividades e dos recursos (matéria-prima; energia; água; etc) empregados à execução do projeto. Análise destes recursos e atividades pelo ciclo de vida do produto, requisições e especificações da estrutura da empresa para atingir a meta do produto, análise econômica, entre outros fatores necessários que serão desenvolvidos tendo como base a identificação realizada na macrofase Compartilhamento.

O Projeto Conceitual complementa as configurações para o produto, definindo as melhores diretrizes do projeto informacional. Realizando o design ou redesign, representação e seleção de soluções que agregam valor para os interessados.

O Projeto Detalhado transforma o projeto conceitual em informações técnicas para a produção industrial e elaboração do plano de produção do produto. De tal modo, como ilustrado na figura 15, que a última etapa da microfase 4 interage como a próxima microfase (produção) buscando e agregando informações para que a ligação destas etapas no desenvolvimento do produto não acarreta em erros ou falhas. Aqui, podem ser construídos e testados protótipos para verificação de falhas. Portanto, o desempenho desta etapa deve ser composta por uma equipe multidisciplinar. Além disso, pode abranger análise das legislações específicas para o desenvolvimento do produto, tomada de decisão em relação às parcerias e dinâmicas da cadeia de suprimentos (comprar x fazer), seleção de ferramentas a serem utilizadas e capacidades necessárias.

A terceira microfase e quinto passo é a Produção, encarregada da elaboração do plano de fabricação e montagem do produto. Realizações de testes para certificações. Ao final, a etapa desenvolvimento também contém um *gate* para avaliação (*gate 2*).

Por fim, a quarta microfase e sexto passo é o Plano de Marketing, incumbido da elaboração da apresentação para o lançamento e descrição do produto, atendimento ao consumidor, monitoramento do desempenho do produto e o registro das falhas detectadas, novas demandas dos clientes. Tendo em vista que em maioria das empresa, o setor de marketing é o responsável por fazer a ponte das demandas e das possibilidade de realizar modificações.

Desta maneira, o segundo domínio representa a parte prática do método e, após sua conclusão, é preciso apresentar o resultado que constituirá uma parte do resultado final da aplicação o PEPDIPS. Isto é, cada aplicação do PEPDIPS configura um nível de maturidade e para que este nível possa ser certificado, o resultado do processo final será avaliado pelo comprimento do plano de ação elaborado na macrofase de Compartilhamento. A aprovação do resultado final caracteriza que um ciclo do processo de maturidade foi atingido. Estando apropriado o desempenho do próximo ciclo.

Ilustrado por um losango, o processo cíclico constitui-se da avaliação do resultado atingido em comparação com o plano de ação. Para tanto, o processo é estruturado por duas questões:

- *Qual foi o avanço?*
- *O que ele representa na estrutura organizacional da empresa?*

Na primeira questão, realiza-se a comparação entre o planejado feito na macrofase com o resultado. E na segunda, avalia-se o grau de importância e efeito dos resultados sobre a estrutura organizacional, ou seja, qual o nível das melhorias, mudanças alcançadas. Quais

seus reflexos sobre a conduta e cultura da empresa. Neste contexto, a cada execução do PEPDIPS, a empresa amadurece na dimensão em que foi trabalhada. Portanto, com o emprego inicialmente separado para cada dimensão do 3BL, os avanços e observações podem ser mais profundos e detalhados. E assim, em busca do equilíbrio no 3BL, a empresa consegue visualizar quais são as áreas que precisam de dedicação imediata.

5 APLICAÇÃO DO PEPDIPS

Esta seção é designada para apresentar a aplicação do Método de Planejamento Estratégico do Processo de Desenvolvimento Integrado de Produtos Sustentáveis (PEPDIPS). Para isso, foram desenvolvidos dois estudos de casos construídos a partir de informações declaradas pelas empresas pesquisadas em seus relatórios anuais de sustentabilidade, os quais foram elaborados seguindo o modelo do Global Reporting Initiative (GRI).

A adição de debates sobre desempenho sustentável pelas empresas fez com que o volume de relatórios que reportam os resultados das ações de melhoria engajados ao tema evoluiu-se consideravelmente em meados da década de 1990, como uma forma para as empresas gerenciar e equilibrar seus esforços produtivos com o meio ambiente e as comunidades ao seu redor (DUAB, 2007; CHRISTOFI e SISAYE, 2012). Embora não haja uma definição universal da sustentabilidade corporativa (ROCA e SEARCY, 2012), pode-se considerar, no sentido mais estrito, que o relatório de sustentabilidade corporativa contém informações quantitativas e qualitativas sobre em qual proporção a empresa conseguiu melhorar a sua eficácia e eficiência nos âmbitos econômicos, ambientais e sociais no período de reporte e integração destes aspectos em um sistema de gestão sustentável (DUAB, 2007).

A definição com maior reconhecimento é descrita por World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), que descreve: relatórios de desenvolvimento sustentável são relatórios publicados por empresas para fornecer as partes interessadas, internas e externas, uma imagem da posição das empresas e suas atividades nas dimensões econômica, ambiental e social (WBCSD, 2002). Desde seu princípio, os relatórios de sustentabilidade foram precedidos por três categorias:

- Relatórios anuais: apesar de serem raramente mencionados como um precursor do relatório de sustentabilidade, em meados dos anos 1990, os relatórios anuais começaram a incluir informações sobre os aspectos éticos, sociais e ambientais das atividades da empresa (DUAB, 2007).
- Relatórios ambientais: os primeiros relatórios ambientais foram publicados no final da década de 1980 e rapidamente se generalizaram, especialmente entre empresas multinacionais (DUAB, 2007).

- Relatórios sociais: este tipo de relatório não possui a mesma frequência que os anteriormente citados, no entanto, são considerados como uma resposta para que as empresas incorporassem a contabilidade social ou balanço social.

Portanto, os relatórios de sustentabilidade representam um interesse público, pois criam uma mentalidade de desenvolvimento sustentável entre os principais agentes de mudança. Eles também impulsionam a transparência nos impactos críticos e relevantes. Desta forma, os estudos de casos recorreram ao uso de relatórios de sustentabilidade devido ao fato destes ser um importante instrumento de prestação de contas empresarial, onde as organizações dialogam com seus clientes e parceiros. Além disso, os relatórios podem ser empregados como uma ferramenta que agregam informações para o desempenho de análises e amostras. Diante disto, os relatórios foram selecionados pela base da GRI pelo fato destes seguirem algumas diretrizes, serem considerados como os mais completos e por este modelo estar mundialmente difundido.

A GRI é uma organização internacional que tem como alvo a integração da sustentabilidade por meio processo de tomada de decisões de cada empresa. Por este motivo, a GRI é voltada a elaboração de normas / diretrizes para geração e disponibilização de informações confiáveis, transparentes, relevantes e padronizadas para que as empresas possam avaliar oportunidades e riscos a partir dos impactos causados por suas atividades e assim, tomem decisões mais embasadas no escopo do desenvolvimento sustentável. Fornecendo métricas que podem ser usadas pelas corporações de qualquer porte, setor ou local para a preparação de um relatório de sustentabilidade confiável e credível (GRI, 2015).

Portanto, para o desenvolvimento da aplicação do método, foram selecionados três relatórios de empresas que estão instaladas no território brasileiro e/ou são brasileiras. Este critério foi implantado para manter a igualdade de possibilidade de avanços com relação à sustentabilidade nas atividades realizadas pelas empresas. Não houve a seleção dos relatórios pelo porte e estrutura das empresas, mas sim pela abrangência e profundidade destes.

O primeiro estudo de caso foi desenvolvido com base em dados de uma empresa do setor têxtil. O segundo estudo de caso foi elaborado por meio de informação de uma empresa de tecnologia e eletroportáteis. Assim sendo, as subseções a seguir apresentam a aplicação do método PEPDIPS e os resultados obtidos pelo estudo.

5.1 ESTUDO DE CASO 1

O modelo de produção e consumo vigente ajudou a acelerar os ganhos financeiros e o desenvolvimento de novas tecnologias. No entanto, para manter esses índices de avanços são gerados diversos tipos de impactos ambientais e sociais que prejudicam tanto a qualidade de vida quanto a futuridade destas atividades. Neste cenário, os setores industriais discutem maneiras de como continuar se desenvolvendo visando a minimização e neutralização destes impactos. Entre estes setores, há o setor têxtil que tem sido extensamente criticado pelos impactos gerados e pelo modo escuso na gerência da cadeia de produção.

O Brasil figura como um dos melhores e maiores produtores mundiais no setor têxtil e de confecção, segundo a Confederação Nacional da Indústria (CNI) e Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção (Abit), dados levantados em 2012. Entretanto, no aspecto de desenvolvimento sustentável, há poucas empresas que realizam práticas sustentáveis em suas rotinas. Este fato em parte pode ser atrelado às incertezas e dificuldades visualizadas pelas empresas em adotar tais mudanças. E, também, em parte é devido que a solução demanda não da redução das atividades de produção, mas sim da neutralização dos impactos gerados. E isso pode ser primeiramente executado pela tomada de decisão mais transparente, o que não é atraente para algumas empresas. Pois, as empresas necessitaram mostrar para o mercado e para todos os seus interessados como é planejado e executado o seu processo produtivo. Logo, essas mudanças exigem respostas que envolvem os padrões de produção, as relações na cadeia de suprimentos e condições de trabalho. Ou seja, é uma tarefa que abrangem a aplicação de estratégias de sustentabilidade para manter os índices de crescimento, proporcionando margem melhores e maiores de competitividade e criação de valor às empresas.

Com base neste contexto, o primeiro estudo de caso apresenta um replanejamento estratégico para o processo de desenvolvimento de produtos sustentáveis de uma empresa do setor têxtil. A empresa em questão, que será identificada como *empresa 1*.

A empresa 1 atua neste setor com cinco unidades de negócio, todos relacionados com a produção de artefatos têxteis. Possui, aproximadamente, 18.000 colaboradores e 1.800 fornecedores diretos. O processo produtivo de seus produtos concentra maior complexidade no gerenciamento da cadeia de suprimentos do que a projeção dos produtos em si. Portanto, a integração da sustentabilidade nesta empresa deve ser desenvolvida com mais amplitude nos quesitos da estrutura e no aspecto organizacional. Com isso, pode-se notar a relevância de integrar estes elementos na implementação da sustentabilidade. Ampliando o foco do

desenvolvido apenas de produtos sustentáveis para uma mudança organizacional que irá se refletir no produto, pois este ilustrará o resultado obtido nesta melhoria.

Diante disso, o método PEPDIPS foi aplicado com base nas informações obtidas no relatório anual de sustentabilidade da empresa, que foi construído com o propósito de divulgar a estratégia, governança e desempenho da empresa no horizonte de médio prazo para a geração de valor. Utilizando o *benchmark* e uma pesquisa quali-quantitativa para identificar os temas mais relevantes para a melhoria e consequentemente a sua perpetuidade.

A aplicação do PEPDIPS se iniciou com a primeira macrofase – Reconhecimento. Onde, por meio do emprego dos cinco parâmetros e da geração da grade de maturidade, foi possível observar o nível de maturidade que a empresa 1 apresenta na busca pela integração da sustentabilidade em suas atividades produtivas.

No parâmetro estratégia, a empresa 1 apresentou um nível de maturidade interessada (3I), pois esta se enquadrou totalmente (5 pontos da Escala Likert) em maioria dos elementos no nível 3. Em mais detalhes, a avaliação qualitativa do PEPDIPS demonstrou que a empresa 1 variou seu enquadramento entre os níveis 3 e 4. Mas totalizando 15 pontos pelos valores da Escala Likert no nível 3, sendo este definido como sua maturidade. Conforme ilustra a tabela 20.

Estratégia					
Como a empresa visualiza exercer a integração da sustentabilidade em seu planejamento estratégico para criar valor?					
Níveis	(1I)	(2I)	(3I)	(4I)	(5I)
Abordagem			5		
Objetivo				3	
Apoio				3	
Importância			5		
Tomada de decisão			5		
Total			15	6	

Tabela 20 – Parâmetro Estratégia: empresa 1.
Fonte: Autora.

No primeiro elemento – abordagem, a empresa 1 se classificou no nível de maturidade 3I (interessada) pelo fato desta visualizar a sustentabilidade como um motor importante para a continuidade da empresa, fato evidenciado quando a empresa declara que seus negócios são pautados pelos princípios da sustentabilidade, ou seja, não são essencialmente direcionados a abordar práticas sustentáveis. Além disso, outro aspecto que a coloca neste nível é ter demonstrado que não há consenso total entre a integração da sustentabilidade e a sua missão

quando argumenta que prioriza que seus produtos tenham como diferenciais a inovação, qualidade, preços competitivos e excelência nos serviços prestados. Não apontando a sustentabilidade como um diferencial.

No segundo elemento deste parâmetro – objetivo, a empresa 1 enquadrou-se parcialmente no nível de maturidade 4I (ingressada), porque apesar de buscar o desenvolvimento social e a redução dos impactos ambientais, só envolve alguns de seus produtos e de modo parcial neste propósito.

No elemento apoio, a empresa 1 também atingiu parcialmente o nível de maturidade 4I (ingressada). Isto ocorreu porque a empresa 1 atende totalmente o aspecto do apoio formal da liderança através do estabelecimento de um comitê de sustentabilidade, que presta assessoria ao conselho de administração no estabelecimento de diretrizes e princípios relativos ao desenvolvimento sustentável da empresa, evitando conflitos de interesses e buscando garantir a geração de resultados sustentáveis. Mas, no entanto, atingiu apenas 87% dos colaboradores na qualificação para a integração da sustentabilidade.

No elemento importância, a empresa 1 atingiu totalmente o nível de maturidade 3I. Conforme descrito no primeiro elemento, a empresa já retratou e identificou a importância da sustentabilidade para o sucesso da continuidade de suas atividades. Entretanto, esta permanece em desalinhamento com o processo produtivo da empresa.

E no último elemento do parâmetro estratégia – tomada de decisão. A empresa 1 atingiu o grau de maturidade total no 3I, devido esta manter uma gestão que esta na busca para identificar os pontos de geração de valor que permitirão aumentar a vantagem competitiva e a redução de seus custos, ou seja, sua gestão ainda se encontra na implementação sistematizada da sustentabilidade em seu planejamento e controle para a mitigação dos impactos negativos e geração de novas oportunidades. Portanto, como já descrito anteriormente, a empresa 1 possui o planejamento estratégico para a integração, estando no nível de maturidade 3I neste quesito. Podendo ser visualizado seu empenho em expandir a integração da sustentabilidade tanto no domínio gerencial quanto no domínio do processo de desenvolvimento de produtos.

Em sequência da avaliação, a empresa 1 obteve enquadramento total em todos os elementos do parâmetro organizacional, atingindo um nível maturidade interessada (3I). Conforme demonstra a tabela 21.

Organizacional Como são convergidos os valores, crenças, comportamentos e a missão da empresa para a geração de valor com parâmetros da sustentabilidade?					
Níveis	(1I)	(2I)	(3I)	(4I)	(5I)
Gestão da informação			5		
Comunicação			5		
Gestão do conhecimento			5		
Total			15		

Tabela 21 – Parâmetro Organizacional: empresa 1.
Fonte: Autora.

No elemento - Gestão de informações, a empresa 1 está totalmente adequada ao nível 3I por: manter um apoio formal para a aproximação com os aspectos sustentáveis, como descrito anteriormente e, estruturar formalmente a customização da tomada de decisão através do empoderamento de seus colaboradores das unidades de negócio, agregando a estes autoridade e responsabilidade na busca das melhores práticas e oportunidades oriundas do mercado. Também, pelo respeito às leis, pela transparência em suas negociações e pela acessibilidade e equidade no acesso à informação por seus acionistas.

Com relação ao elemento Comunicação, a empresa demonstrou obter o mesmo nível de maturidade 3I pelo motivo de sua comunicação ser formalmente top-down, ou seja, da alta administração para os demais envolvidos. Não havendo alimentação de informação no sentido bottom-up. Logo, mostra que nem todos os colaboradores participam da geração de informações e dados para a construção de uma percepção mais completa.

A empresa 1 também se categorizou no nível 3I no elemento Gestão de conhecimento do parâmetro organizacional. Isto ocorreu porque a empresa propicia um ambiente de aprendizado em equipe por meio de programas, políticas e prática *on the job* para nortear as ações e o desenvolvimento de competências funcionais para os desafios atuais e futuros, tendo as estratégias do negócio da empresa como direcionadores.

No parâmetro de avaliação – Parcerias, a empresa 1 alcançou o nível de maturidade ingressada (4I). Conforme descreve a tabela 22.

Parcerias					
Como a empresa motiva as partes interessadas para integrar a sustentabilidade em suas atividades?					
Níveis	(1I)	(2I)	(3I)	(4I)	(5I)
Estrutura				5	
Objetivo				5	
Relação				5	
Total				15	

Tabela 22 – Parâmetro Parcerias: empresa 1.
Fonte: Autora.

Esta elevação em sua avaliação ocorreu porque a empresa 1 visualiza a cadeia de fornecedores como um fator somatório aos esforços internos para melhorar a integração da sustentabilidade e a qualidade de seus produtos. Logo, sua estrutura é somatória. A avaliação se baseou nas afirmações que a empresa foca na adequação das boas práticas na cadeia de fornecedores. Tendo também o uso do conceito de *Lean Manufacturing* para a conscientização e capacitação dos fornecedores aos objetivos da empresa em integrar a sustentabilidade frente à eliminação de desperdícios, ao aumento da eficiência produtiva e logística, qualidade, redução no *lead time* e nos custos envolvidos e compartilhamento da responsabilidade socioambiental.

No elemento – objetivo, a empresa demonstrou construir uma rede de parcerias estabelecendo como alvo o compartilhamento da responsabilidade socioambiental no desenvolvimento das atividades, por isso sua avaliação se adequa ao nível de maturidade 4I. Assim, mantém sua cadeia de fornecimento com base na reestruturação, fortalecimento, aprimoramento e a intensificação dos processos de contínuo monitoramento da cadeia, dividindo-a em dois grupos: um grupo é formado pelos fornecedores e prestadores de serviços para atender as necessidades do lado administrativo da empresa, o que engloba os setores de administração, lojas, centrais de distribuição, entre outros relacionados. O segundo grupo é constituído por fornecedores que abastecem as demandas das linhas de produção, como: insumos, maquinários, logística para a produção, confecção, etc. Esta diferenciação permite que sejam realizadas autorias mais detalhadas e aumenta a velocidade de monitoramento. Logo, no terceiro e último elemento deste parâmetro - a relação que a empresa institui entre seus focos sustentáveis e a cadeia de fornecedores, a empresa 1 atingiu o nível de maturidade 4I pelos fatos: determina entre seus fornecedores e prestadores de serviço um termo de compromisso de conduta responsável, onde estes se comprometem a agir de acordo com as diretrizes do código de ética e da política anticorrupção da empresa, que é esclarecida pelos requisitos gerais da Lei Anticorrupção (Lei 12.846/13). Em mais, há a realização de auditorias

para seleção, monitoramento, controle e desenvolvimento de seus parceiros, que devem ser certificados pela ABVTEX (Associação Brasileira do Varejo Têxtil), entidade responsável por assegurar que as atividades produtivas do setor de varejo têxtil no Brasil não geram condições subumanas de trabalho, análogas e/ou em regime de escravidão e a exploração de trabalho infantil. Até o momento da publicação do relatório em análise, a empresa 1 declarou que este sistema de autorias estava se expandindo para os fornecedores internacionais.

Ainda pode ser observado que é por meio da realização de eventos corporativos e reuniões que a empresa 1 comunica, capacita e orienta seus fornecedores aos seus objetivos para a integração da sustentabilidade em seus processos, consolidando a mitigação dos impactos e eliminação de riscos. Com esta sensibilização aos temas de sustentabilidade, a empresa 1 manter sua rede de parcerias em busca da criação de valor. Em outras palavras, a empresa 1 está engajada em ampliar sua integração de um âmbito interno para o contexto externo, podendo desta forma potencializar seu grau de maturidade. Este resultado, embora seja elevado, pode ser criticamente analisado uma vez que empresas pertencentes ao setor têxtil estão prestando mais atenção aos seus fornecedores. Um motivo que pode ser apontado para que o nível de maturidade nas parcerias tenha sido mais elevado é que manter parcerias com fornecedores em desalinho às leis e ao desenvolvimento sustentável tende a afetar de maneira mais grave a imagem e a reputação da empresa do que outras incoerências.

No parâmetro Operação, a empresa 1 alcançou o nível de maturidade 3I (interessada). Isto ocorreu porque a empresa 1 promoveu relações que observam a sustentabilidade e disponibilidade dos insumos dos quais depende, levando à sociedade e aos seus interessados o desenvolvimento social, preservação dos recursos naturais e geração de riqueza. Em outras palavras, trabalha com os três pilares do 3BL em sua gestão operacional. A tabela 23 ilustra a avaliação da empresa neste parâmetro.

Operação					
Como a empresa age para integrar a sustentabilidade nas suas operações?					
Níveis	(1I)	(2I)	(3I)	(4I)	(5I)
Integração			③		
Gestão de operações			⑤		
Total			8		

Tabela 23 – Parâmetro Operação: empresa 1.
Fonte: Autora.

Contudo, no primeiro elemento de avaliação – integração, a empresa obteve enquadramento parcial, pois apesar de estruturar suas operações em políticas para a

introdução da sustentabilidade, estas só visam o curto e médio prazo. Proporcionando poucas mudanças significativas no longo prazo. Além disso, foi possível observar que as alterações realizadas foram em maior número por parte dos fornecedores. Gerando um índice de reestruturação menos evidente na infraestrutura interna da empresa. Nesse sentido, a empresa promoveu uma gestão de operações preventiva e proativamente concentrada nos aspectos operacionais, econômicos e socioambientais que poderiam influenciar sua manutenção, a definição de planos para diminuir impactos negativos e que também possibilitem transformar riscos em oportunidades.

Com relação ao segundo elemento deste parâmetro – gestão de operações, a empresa se enquadrou totalmente porque, como já descrito, a empresa avalia sua melhoria no desempenho sustentável pela mensuração dos resultados de modo retrospectivo. Em adição, os ganhos obtidos neste processo de melhoria alcançaram níveis de desenvolvimento básicos por serem, em muitos dos casos, o cumprimento de regulamentações e leis. Como, por exemplo, a empresa declarou que a partir do replanejamento da gestão de operações, conseguiu aumentar a eficiência no consumo de recursos naturais (energia, combustível, etc.) e redução das emissões de gases de efeito estufa.

Por fim, o reconhecimento do nível de maturidade da empresa 1 se situa na avaliação do último parâmetro: Motivação. Neste parâmetro a empresa 1 também se enquadrou entre os níveis 3I e 4I, porém, pela somatória das aproximações, o nível definido de maturidade da empresa 1 neste parâmetro resultou no nível 3I (interessada), conforme podemos observar na tabela 24.

Motivação					
Como a empresa motiva as partes interessadas para integrar a sustentabilidade em suas atividades?					
Níveis	(1I)	(2I)	(3I)	(4I)	(5I)
Enfoque			5		
Amplitude			5		
Relação com a sustentabilidade				5	
Total			10	5	

Tabela 24 – Parâmetro Motivação: empresa 1.
Fonte: Autora.

No primeiro elemento de análise deste parâmetro, o elemento enfoque, a empresa 1 apresentou total enquadramento no nível 3I pelo fato desta almejar que a integração da sustentabilidade promova uma mudança comportamental interna, estabelecendo um engajamento junto a todos os colaboradores à causa e a cultura da mesma. Também, há o estímulo para a criação da cooperação interna e a tomada de decisão coletiva, fato

evidenciado quando a empresa afirma que proporciona a mesma escada para que todos os colaboradores possam crescer profissionalmente através dos seus talentos, esforços e resultados. Sendo estes hábeis para tomarem decisões coletivas, de modo a assumir os riscos com responsabilidade, sabendo que seus erros poderão ser interpretados como um meio de aprendizado.

No segundo elemento – amplitude, a empresa 1 também se enquadrou no nível 3I porque, como descrito no parágrafo anterior, a empresa visualiza que a integração deve acarretar em um engajamento coletivo onde todos terão a oportunidade de se desenvolverem e somar esforços para a melhoria do desempenho da empresa como um todo. Por fim, o último elemento analisado – relação com a sustentabilidade, a empresa 1 demonstrou um avanço na integração, atingindo um grau de maturidade 4I. O motivo deste avanço se deve as declarações e apresentações dos resultados da empresa, onde ficou evidente que esta motiva a integração da sustentabilidade empregando capacitações em seu âmbito interno. Isto agrega resultados positivos no processo de melhoria continua da empresa neste objetivo. Um trecho do relatório que descreve estas evidências é quando a empresa argumenta que tem como objetivo orientar, desenvolver, identificar e reter talentos. Oferecendo oportunidades para que todos os colaboradores sejam os arquitetos de sua carreira e seu desenvolvimento, valorizando e reconhecendo as pessoas que demonstram ótimo desempenho.

Diante dos resultados das avaliações em cada parâmetro, foi gerada a grade de maturidade da integração da sustentabilidade para a empresa 1, apresentada pela figura 23. É a partir da grade de maturidade que pode ser observado o nível de maturidade em um aspecto geral. Ou seja, a maturidade na avaliação geral é definida pelo maior número de alinhamentos equilibrados. Portanto, a empresa apresentou maior alinhamento no nível de maturidade interessada (3I). Sendo este reconhecido como o grau de avanço que a empresa desempenhou na integração da sustentabilidade.

Logo, foi possível observar que a empresa 1 reconheceu as vantagens da implementação da sustentabilidade através da análise estratégica e começou a considerá-la na tomada de decisão e do desenvolvimento de competências e capacidades. Avaliando pontualmente quais seriam as áreas para a aplicação das primeiras melhorias incrementais e projetos-piloto. Deste modo, manteve como objetivo atender equilibradamente os requisitos das partes interessadas e as preferências estratégicas relacionadas à sustentabilidade, estabelecendo uma consciência e motivação interna para progredir, apresentado um comportamento oportunista.

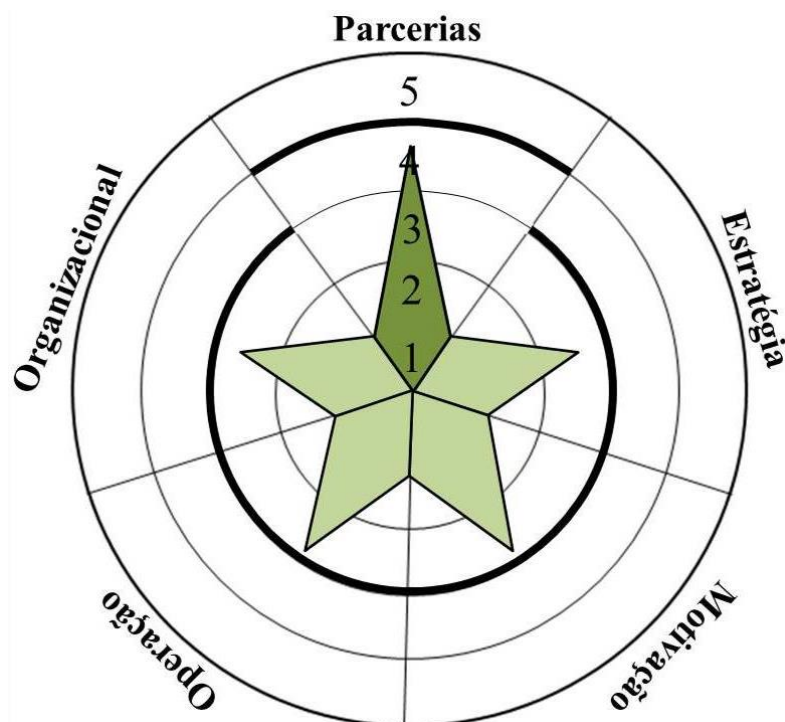


Figura 23 – Empresa 1: Grade de Maturidade.
Fonte: Autora.

A grade também mostrou que há o desequilíbrio no alinhamento de um dos parâmetros: Parceria. Como argumentado anteriormente, o resultado mais avançado neste parâmetro pode ser justificado pelo impacto negativo que uma parceira em desconformidade com as leis pode causar na reputação e a imagem da empresa. Neste contexto, a aplicação do método PEDPIPS passou para a próxima macrofase: compartilhamento. Onde foram elaborados os planos de ação que possibilitariam a empresa equilibrar a integração da sustentabilidade em todos os parâmetros no nível 4I (ingressada). A descrição dos planos de ação elaborados para posterior aplicação a empresa 1 seguirá em ordem das apresentações dos parâmetros. A tabela 25 retrata os planos a serem desempenhados por cada parâmetro e a relação entre eles, uma vez que a avaliação destes é dependente. Estabelecendo elos que fortalecem o progresso e dão suporte para o planejamento de longo prazo. A tabela 25 também delinea em quais dos pilares do 3BL o plano de ação opera, sendo estes representados por triângulos nas cores: verde (pilar ambiental); azul (pilar social) e laranja (pilar financeiro). Na tabela, não há a apresentação dos planos para o parâmetro parcerias já que este atingiu o nível desejado. Após, os planos são detalhados entre os elementos de cada parâmetro.





Parâmetro	Plano de ação	Relação	3BL
Estratégico	- remodelação dos objetivos e da missão da empresa - ampliação do número de produtos integrados - remodelação comportamental dos colaboradores - replanejamento dos processos aplicados	Motivação Operacional Motivação Operacional	
Organizacional	- desenvolvimento de um canal de comunicação - reestruturação do programa de capacitação	Estratégico Motivação	
Operacional	- implantação de melhorias de longo prazo na infraestrutura da empresa - melhoria e ampliação dos sistemas de controle e mensuração	Estratégico Organizacional	
Motivação	- aumentar a cooperação entre as equipes - divulgar e engajar os colaboradores sobre a nova missão e objetivo da empresa	Estratégico / Organizacional Estratégico / Organizacional	
Parceria	-X-	-X-	-X-

Tabela 25 – Empresa 1: Planos de ação.
Fonte: Autora.

No parâmetro estratégica, elemento abordagem - o plano de ação para o enquadramento no nível de maturidade 4I deveria focar em estabelecer a sustentabilidade como um objetivo de relevância equivalente aos outros objetivos. Para isso, é preciso integrar a sustentabilidade aos valores e a missão da empresa. Neste estudo de caso, a missão da empresa deve visualizar a sustentabilidade como um fator empregado para potencializar os seus diferenciais, descritos como: inovação, qualidade e preço. Tornando a sustentabilidade um coeficiente essencial ao comprimento do desempenho esperado, ao planejamento estratégico e ao processo de desenvolvimento de produtos.

Já no elemento objetivo, a empresa já desenvolve ações que a enquadram parcialmente à maturidade 4I. Por este motivo, o plano de ação manteria seu foco na ampliação destas ações. Estendendo-se para os outros produtos ou ao menos a uma porcentagem em cada linha de produtos.

Igualmente ao elemento anterior, a empresa 1 enquadrou-se parcialmente ao nível 4I no elemento apoio. Porém, o plano de ação elaborado para a categorização total deveria ser replicado a todos os colaboradores, uma vez que o objetivo, a missão e os valores da empresa teriam sido reelaborados. Neste caso, como a empresa apresentou uma metodologia personalizada para o desenvolvimento e capacitação dos seus envolvidos, esta poderia reutilizar tal metodologia. Ou seja, o avanço na integração da sustentabilidade neste elemento se configura como um processo contínuo de melhorias incrementais, simplificando e facilitando o comprimento de adesão ao tema. Em seguida, diante da dependência direta do terceiro elemento – importância – aos dois primeiros, o plano de ação neste quesito estaria sendo trabalhado conjuntamente aos planos anteriores se este método fosse aplicado a

empresa 1. Em outras palavras, a sustentabilidade para a empresa 1 teria a importância de ser um fator que potencializa seu desempenho e aproxima suas operações à esta causa.

Com a expansão das práticas sustentáveis nas atividades produtivas e a igualização do escopo sustentável aos objetivos da empresa, a gestão da tomada de decisão (último elemento deste parâmetro) deverá focar no aprofundamento do planejamento e controle de seus processos, visando que a integração ocorra de modo contínuo como uma correção às operações vigentes. Isto auxiliaria a absorção e distribuição dos custos acarretados.

No parâmetro organizacional o plano de ação seria estabelecido com base no avanço conjunto de todos os elementos pertencentes ao aspecto organizacional, pois a empresa se enquadrou nos três elementos no nível 3I. Deste modo, para o desenvolvimento do elemento gestão da informação seria planejadas ações que estabeleceriam a informação como uma fonte estratégica para a ampliação em todos os departamentos da motivação e relevância para a integração da sustentabilidade no modelo de negócio e nos processos produtivos da empresa. Este trabalho poderia ser executado via palestras, capacitações, reuniões e nos meios de comunicação virtual.

Quanto ao elemento comunicação, a empresa 1 precisaria desenvolver um canal de comunicação onde as informações geradas sejam oriundas tanto no sentido top-down quanto bottom-up. Esta troca garantiria o englobamento de mais departamentos às discussões, resultando na construção de informações mais aprofundadas no contexto do desenvolvimento das operações da empresa. Alavancando o aprendizado organizacional e, ao mesmo tempo, incentivando a inovação dos processos e produtos no sentido da sustentabilidade. Em último requisito deste elemento, estando à empresa no processo de evolução da maturidade, seria preciso que o processo personalizado da empresa destinado a modulação do comportamento de seus colaboradores introduzisse a sustentabilidade como alvo de conscientização.

Para a evolução da maturidade no elemento gestão de conhecimento, haveria a necessidade que essa seja aprimorada conjuntamente com a comunicação. O motivo é o desenvolvimento e estabelecimento de uma linguagem comum e compartilhada onde as informações trocadas poderiam se tornar fontes de conhecimento. Também, os programas de capacitação para nortear a melhoria nas competências funcionais já empregados pela empresa deveriam estimular a inovação sustentável tanto ao domínio organizacional quanto ao processo de desenvolvimento de produtos.

No concerne do parâmetro operação, no elemento integração, a empresa obteve enquadramento parcial no nível 3I pelo motivo de planejar adequações e suas operações em prol da sustentabilidade no curto e no médio e sem gerar alterações mais significativas na

infraestrutura da empresa. Por isso, o plano de ação para a evolução ao nível 4I deve primeiramente buscar o replanejamento da gestão de operações em uma perspectiva de longo prazo para a ocorrência de mudanças mais profundas. Em outras palavras, planejar estrategicamente a adoção e instalação de estações de tratamento de resíduos dentro da empresa, redução do uso de materiais tóxicos e na taxa de produtos defeituosos; aumento da utilização de matérias-primas biodegradáveis e recicladas. Depois, com o enquadramento total no nível 3I, o plano de ação seguiria identificando onde estão localizadas as maiores porcentagem de geração de impactos socioambientais nas operações. Trabalhando com capacitações que dará suporte à criação de alternativas inovadoras e sustentáveis. Logo, conceitos como da governança corporativa e responsabilidade corporativas poderão ser utilizadas para somar e subsidiar os esforços a fim de atingir o nível de maturidade 4I.

Para o avanço no elemento gestão de operação, em decorrência dos elementos deste parâmetro serem diretamente ligados, pois o primeiro tem o alvo a melhoria sustentável das operações realizadas e o segundo tem o propósito de medir e avaliar a importância do avanço conquistado. Portanto, para que a gestão de operações da empresa atinja o nível de maturidade 4I é preciso que, assim como ocorram implementações de melhorias nas operações, os sistemas de controle e mensuração avancem para visualização dos ganhos agregados pela evolução. Desta maneira, a empresa buscará a integração da sustentabilidade através da melhoria contínua em suas operações realizadas internamente.

Por fim, os planos de ações para o último parâmetro motivação, que apesar de ser composto por três elementos, necessita que sejam trabalhados apenas os dois primeiros pelo motivo do terceiro já estar totalmente adequado ao nível 4I. Logo, no elemento enfoque a empresa 1 deveria abranger em seus processos comportamentais estímulos para o estabelecimento de cooperação com seus envolvidos externos, ou seja, entre as equipes. Tais estímulos, além de agregar ao desempenho da empresa, propiciariam um ambiente mais criativo através do compartilhamento de informações. No segundo elemento – amplitude, a empresa deveria planejar ações voltadas à divulgação de sua nova missão, objetivos, valores e cultura de modo a conceber a cooperação proativa e o empoderamento coletivo; estreitando e valorizando as ações coletivas que agregam significativas melhorias e remodelação positivas.

Com a elaboração dos planos de ações, a aplicação do método PEPDIPS segue para o segundo domínio: Processo de Desenvolvimento de Produtos. Onde estão localizadas as microfases que trabalham diretamente com a produção de bens de consumo. Assim, foi selecionado da cartela de produtos da empresa 1 o produto calça jeans feminina. Esta escolha foi baseada nos dados que a empresa dispõe em seu relatório, onde cita que a linha de

produtos jeans é a linha mais comercializada. Dentro dessa cartela de produtos, a calça jeans feminina foi identificada como o produto líder de vendas. Conseqüentemente, pelo seu volume de vendas, pode ser descrito que este é um dos produtos que mais causa danos ao desenvolvimento sustentável. Logo, as ações para tornar sua produção mais próxima aos aspectos sustentáveis resultaram em um melhor índice para a evolução da maturidade da empresa perante o método e maior contribuição para o desenvolvimento de produtos sustentáveis.

Conforme a classificação da tipologia de produtos, a calça jeans pode ser enquadrada na categoria dos produtos de consumo temporário, uma vez que é um produto desenvolvido com base no apelo visual e no comportamento do usuário, ou seja, as mudanças apresentadas são mais relacionadas às características estéticas do que com a funcionalidade. É um produto de pequena complexidade técnica e com baixo custo de produção. Além disso, é um produto com percentual mais expressivo de geração de impactos nas fases de produção e descarte. Pois, o índice de impactos causados na fase de uso do produto depende do tipo de comportamento que o usuário tem, por exemplo: lavar o produto na máquina, configuração da lavagem, usar ou não sabão biodegradável, secar no varal ou na secadora, usar o ferro de passar, entre outros. Na sequência, a figura 24 apresenta o produto e suas características. E, a tabela 26 apresenta o recorte da tabela 17, que descreve as direções dentro dos aspectos do 3BL que os planos de ações elaborados na macrofase compartilhamento devem seguir para o desenvolvimento do segundo domínio do PEPDIPS.

Tipo do produto: Produtos de consumo temporário	Estratégias					Funcionalidade x Estética			
	1	2	3	4	5	F	F	E	E

Figura 24 – Análise da tipologia do produto: Empresa 1.
Fonte: Autora.

	Ambiental	Social	Financeiro
4I	<ul style="list-style-type: none"> -Eliminação do uso de materiais tóxicos. -Uso de matérias renováveis. -Uso de materiais que facilitam a manutenção. - Produtos com políticas de <i>take back</i>. - Reduzir o número de componentes. - Planejar a produção para que economize recursos energéticos. - Projetar para a desmontagem. - Projetar produtos com múltiplas funções; 	<ul style="list-style-type: none"> -Governancia corporativa. -Orientação e desenvolvimento para funcionários. -Participação de funcionários na tomada de decisão. -Contribuição para o desenvolvimento social a nível regional/nacional. -Organização do trabalho visa o desenvolvimento da criatividade. -Comportamento ético da empresa (evitando corrupção, cartelização). -Descrições detalhadas dos produtos aos consumidores. -Redução da taxa de rotatividade. -Aumento da satisfação do empregado (atratividade da empresa). 	<ul style="list-style-type: none"> -Operacionalização de sistemas de informação que podem levar ao desenvolvimento de vantagens competitivas. - Cooperação com vários parceiros. - Projetar produtos para a economia de energia através de mecanismos de deligamento automático. - Divisão/participação no lucro.

Tabela 26 – Empresa 1: direcionamentos 3BL.
Fonte: Autora.

Em continuidade do estudo de caso, passasse ao segundo domínio do método PEPDIPS – Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP). E, com base nos planos, direcionamentos do 3BL e as características do produto analisado, elaborou-se o Planejamento Estratégico – PE (primeira microfase) para o desenvolvimentos das operações e produções da empresa 1 pelo viés sustentável aplicado ao produto temporário calça jeans feminina.

Na estratégia corporativa foram trabalhados os parâmetros estratégia, organizacional e motivação. Abordando os três pilares do 3BL. Em mais detalhes, no parâmetro estratégia – elemento abordagem – plano de ação: remodelação dos objetivos e da missão da empresa. Para isso, a empresa deve refazer seu planejamento estratégico visando identificar e estabelecer a sustentabilidade empresarial como um tema prioritário para a continuidade do desenvolvimento do negócio no longo prazo. Assim, a missão se altera de: priorizar que seus produtos tenham como diferenciais a inovação, qualidade, preços competitivos e excelência nos serviços prestados. Para: priorizar que seus produtos sejam produzidos de forma sustentável e tenham como diferenciais a inovação, qualidade, preços competitivos e excelência nos serviços prestados. Quando a empresa assume em sua missão o compromisso com a sustentabilidade, ela amplia sua visão de crescimento para o longo prazo, atenta mais a mitigar riscos e impactos negativos.

Para cumprir com a missão, o estudo aqui presente elaborou os objetivos que a empresa 1 poderia determinar. São objetivos que agem em múltiplas áreas do negócio, incluindo o: comitê de sustentabilidade, diretoria executiva e conselho de administração da companhia. Gerando incentivo e apoio da alta administração. Os objetivos são:







Objetivos	3BL
1) Produzir os produtos respeitando o meio ambiente e os direitos do trabalhador.	
2) Identificar, mensurar e reduzir os impactos ambientais.	
3) Gerar valor ao produto por meio da inovação no modo de produção ou no uso de matérias-primas sustentáveis.	
4) Gerar conhecimento e capacitação aos colaboradores e demais envolvidos sobre o desenvolvimento de produtos sustentáveis.	
5) Implantar contínuas melhorias sustentáveis na infraestrutura da empresa.	
6) Estruturar a cadeia de fornecedores com parceiros que buscam o desenvolvimento sustentável.	

Tabela 27 – Empresa 1: redefinição dos objetivos.

Fonte: Autora.

Com a redefinição dos objetivos, a empresa estaria habilitada para ampliar o número de produtos integrados (elemento objetivo), através da mensuração e redução dos impactos; gerando valor ao produto por meio da inovação no modo de produção ou na matéria-prima sustentável e implantação de melhorias sustentáveis na infraestrutura da empresa. Na prática, significa implementar a gestão da ecoeficiência. Tal gestão se responsabilizaria por garantir que as operações da empresa, em longo prazo, sejam sustentáveis e que atinjam todas as etapas do processo produtivo. São exemplos de plano de ação da gestão da ecoeficiência: visar reduzir o consumo de recursos naturais e a produção de resíduos por intermédios do aumento da eficiência na cadeia de suprimentos e redução de erros e falhas nas operações; incentivo à inovação no modo produtivo, como a mitigação de emissões e o uso de energias renováveis. E/ou no desenvolvimento de matérias-primas com menor impacto ambiental. Assim como, no pilar social, investir em canais de comunicação e capacitação dos envolvidos nas atividades, visando identificar oportunidades de melhorar o ciclo de vida dos produtos (reuso, reciclagem, biodegradação, entre outros).

Em sequência, no elemento apoio o plano de ação consiste em reutilizar a metodologia personalizada da empresa para o desenvolvimento e capacitação dos seus envolvidos para divulgar os novos objetivos e a nova missão. Este programa deve promover a educação corporativa com foco no desenvolvimento de competências e conscientização para que seus colaboradores possam atuar buscando soluções sustentáveis para os desafios de curto, médio e longo prazo, tendo os objetivos do negócio e o código de ética da empresa como

direcionadores. Proporcionando conhecimento por meio de palestras e cursos. Estabelecimento de metas de sustentabilidade, incentivos e recompensas. Esta ação, além de atender o elemento apoio, também supre com o plano de ação dos elementos gestão de informação, gestão de conhecimento e parte do elemento comunicação do parâmetro organizacional. O elemento amplitude do parâmetro motivação, uma vez que divulga e engaja os colaboradores sobre os novos propósitos, motivando-os a atuar para contribuir com o desenvolvimento sustentável das operações. Ajudando também a elevar a cooperação entre as equipes dos diferentes setores (elemento enfoque – parâmetro motivação).

Ainda no parâmetro estratégia, para cumprir com o plano de ação no elemento tomada de decisão, a empresa 1 deve aprofundar seu planejamento estratégico tendo como base o monitoramento e o controle detalhado de seus processos, por intermédio da mitigação de práticas que não condizem com a proposta da empresa, contínuas auditorias e análise dos resultados tanto a nível administrativo quanto o nível de produto.

Continuando com a estratégia corporativa, no parâmetro organizacional, a empresa 1 conseguiria cumprir com o plano de ação de criar um canal de comunicação através da adição de departamentos às discussões, que resultaria na construção de informações mais aprofundadas no contexto do desenvolvimento das operações sustentável através da governança, que prioriza pela transparência, acessibilidade e equidade no acesso à informação por todos os envolvidos.

Em continuidade ao PE, a estratégia tecnológica e de produto são conjuntamente abordadas para trabalhar com os planos de ação do parâmetro operacional. O plano de ação para o elemento integração visa gerar adequações as operações em prol da sustentabilidade pelo replanejamento da gestão de operações em uma perspectiva de longo prazo. Baseando-se nos novos objetivos da empresa, esta meta começa a ser executada quando a empresa estabelece a gestão da ecoeficiência (parâmetro estratégia). Diante disso, deve ser instaladas estações de tratamento dentro da infraestrutura da empresa. Com a estação, a empresa torna mais adequada o manuseio, acondicionamento e descarte destes resíduos. Além de ser um incentivo direto da estratégia tecnológica à minimização do uso de materiais tóxicos e na taxa de produtos defeituosos; aumento da utilização de matérias-primas biodegradáveis e recicladas (estratégia de produto). Tal proposta pode ser estendida ao mobiliário das sedes e das lojas da empresa, por exemplo: reciclagem do material utilizado na fabricação de manequins, cabides e embalagens de transporte, papel utilizado nos escritórios e nas campanhas publicitárias. Também, deve se preocupar com o uso eficiente dos recursos

energéticos e neutralização das emissões de gases de efeito estufa mediante a atualização do maquinário utilizado, do sistema de iluminação e instalação de fontes produtoras de energia renovável. Promovendo melhorias tecnológicas à redução do consumo de energia. Para tanto, nesta estratégia, as melhorias devem seguir as diretrizes das certificações corporativas, tais como: GRI, ISO, entre outros.

Com a busca por certificações, a empresa visando cumprir com o plano de ação do elemento gestão de operações, deve melhorar os sistemas de controle e mensuração, fator trabalhado conjuntamente com o elemento tomada de decisão (parâmetro estratégia). No nível de produto, o planejamento estratégico deve buscar desenvolver produtos com políticas de *take back*. Ou seja, recolhimento após uso, onde pode ser adotado o conceito *upcycling fashion*, processo que transforma os resíduos ou produtos descartados em novos materiais ou produtos de maior valor, uso ou qualidade. Também em nível de produto, deve-se ampliar o sistema de controle e monitoramento para avaliar a qualidade destes nas diferentes fases do processo produtivo (desenvolvimento, produção e pós-produção). Por exemplo: realização de testes de análises têxteis para analisar o comportamento do tecido utilizado dentro do ciclo de vida das peças, averiguando as possíveis alterações dimensionais (resistência à tração, abrasão, esgarçamento na costura, alongamento, encolhimento e deformações *skew* - desvio no sentido da diagonal da trama do tecido); resistência ao atrito - formação de *pilling* (emaranhado das fibras na superfície do tecido, aparentando serem “bolinhas”); solidez da pigmentação (transferência e desbotamento de cores) e resistência térmica (perda da elasticidade e danos aos filamentos sintéticos). Desta forma, a estratégia de produto e tecnologia auxiliam na colocação de melhorias de longo prazo na gestão de operações. Tornando alguns custos em lucro tanto pela economia quanto pela elevação da reputação e desempenho da empresa.

Baseando-se no PE, o Projeto para a calça jeans (segunda microfase) descreve na etapa informacional os materiais utilizados no produto, ilustrado na figura 18, junto com as alternativas que podem ser selecionadas. O material que constitui o produto da empresa 1 é o tecido composto por algodão e elastano. Seu tramado tipo sarja/denim é o que proporciona maior estabilidade dimensional (reduz as possibilidades de deformações na trama). Tal padrão de tecelagem é caracterizado pelo entrelaçamento de um fio da trama por dois ou de três fios de urdume (fio de sentido vertical), com angulação de 90°.

O algodão é uma das principais fibras usadas no setor industrial têxtil (a outra fibra é o poliéster). É a fibra natural mais conhecida do mundo e também é a que mais gera impactos socioambientais (CNI/ABIT, 2012). Isto porque seu processo de fabricação exige grandes

quantidades de pesticidas, inseticidas, fertilizantes, energia, entre outros recursos químicos. Causando a contaminação ao meio ambiente, aos trabalhadores pelo manuseio dos agentes químicos e aos consumidores finais pelas emissões de poluentes, geração de resíduos e pelo contato com as fibras contaminadas (UNIETHOS, 2013).

No pilar social, o plantio pode causar impactos negativos graves tanto quanto os que ocorrem no pilar ambiental, pois compromete a saúde dos trabalhadores pelo uso excessivo e inadequado dos agrotóxicos, fungicidas e pesticidas. Ainda, devido a maior parte dos produtores de algodão estarem localizados em países em desenvolvimento e subdesenvolvimento, são frequentes os registros de trabalho escravo e infantil, baixa remuneração salarial, baixos níveis de segurança no trabalho e analfabetismo.

A água é o recurso natural mais utilizado em sua fabricação. Há duas direções que causam danos aos recursos fluviais: o volume requerido que não é reutilizado, sendo desperdiçado na irrigação artificial através da evaporação e de vazamentos e a contaminação dos leitos dos rios e do lençol freático pelos componentes químicos (LEONARD, 2011). Estima-se que em todo o processo para produzir uma camisa de algodão, pesando 250 gramas são necessários cerca de 2.900 litros de água. Já para tecer um quilo de jeans são precisos 11.800 litros (CNI/ABIT, 2012).

A avaliação do ciclo de vida do algodão consiste na produção do algodão, fiação/tecelagem, acabamento, confecção, lavanderia, uso e descarte. Na produção do algodão há o plantio, a colheita e a reciclagem do refugo orgânico da fibra. No plantio os principais riscos socioambientais são atrelados ao uso excessivo de recursos hídricos; contaminação pelos agroquímicos (agrotóxicos, fungicidas e pesticidas); condições degradantes de trabalho; trabalho escravo ou análogo; trabalho infantil; risco à saúde dos trabalhadores; geração de resíduos tóxicos (contaminação do solo, água, etc) e emissão de gases de efeito estufa (uso de tratores; pesticidas, irrigação, entre outros). Para combater tais práticas e ajudar a minimizar os danos, governos, entidades e indústrias instituíram etiquetas específicas que certificam a origem mais natural e orgânica do algodão. Na colheita os danos ambientais são gerados pelas máquinas rurais.

Os principais impactos ambientais ocasionados na etapa de fiação, tecelagem e beneficiamento são: ruído e calor das máquinas, proliferação de pó da fibra no ar (insalubridade no ambiente de trabalho), resíduos químicos (alvejantes, correntes, fixadores, amaciantes, sabão, etc), resíduos sólidos (restos de filamentos, aparas, etc), somados ao uso elevado de água e energia. Em contrapartida, há empresa que adicionam ao seu processo o planejamento para a reciclagem dos resíduos sólidos (tais resíduos são fragmentos dos fios –

filamentos - e dos tecidos - asparas). Isto é feito por meio da coleta dos resíduos ainda no estágio cru (antes do tingimento e beneficiamento final) para ser novamente fiado no processo de fiação mecânica a rotor ou *open-end*. Desenvolvendo um novo tecido com custos reduzidos que pode ser usado para a fabricação das peças, assim como, quando em estágio de fio, pode ser empregados para a fabricação de malhas para sacaria, toalhas, panos de limpeza, barbantes, redes e enchimento. Portanto, neste momento, os pontos mais críticos em termos de danos ambientais são o beneficiamento (resíduos químicos) e a fiação (resíduos sólidos).

Depois, segue-se para a confecção e lavanderia onde é feita a limpeza da peça, estamparia e a aplicação de acabamentos adicionais. Neste momento, os danos que podem ser causados são oriundos do uso excessivo de água, poluição do recurso hídrico pela coloração e de elevados índices de acidez, produtos químicos tóxicos (permanganato de potássio; permanganato de sódio; ácido sulfúrico, diversos tipos de corantes sintéticos e seus solventes, etc), percentual elevado de metais como mercúrio, chumbo cromo, cobre e zinco nos efluentes líquidos e no aspecto social, danos à saúde dos trabalhadores (reações alérgicas, queimaduras, riscos de sofrer cortes; contaminação pelas vias aéreas e etc). Já os impactos socioambientais decorrentes da confecção são as condições de trabalho (carga horária, atividades repetitivas, maquinários não ergonômicos, entre outros); geração de resíduos (retalhos e peças com erros e/ou falhas na montagem); emissão de gases de efeito estufa (logística).

Na fase de uso a geração de impactos ambientais depende do comportamento do consumidor na forma que realiza a manutenção, como por exemplo: o uso da água na lavagem pode ser elevado ou reduzido dependendo da frequência, modo de lavagem, quantidade de roupas lavadas por vez, etc; diretamente a este comportamento está o consumo de energia atrelado ao uso de máquina de lavar roupas, centrífugas, secadoras, ferro de passar, vaporizadores, entre outros.

Por fim, a fase de descarte da peça pode causar danos ambientais se esta for enviada para aterros. No entanto, o descarte da peça pode possibilitar a reciclagem das fibras para o desenvolvimento de novos tecidos, assim como, o reuso dos tecidos para a elaboração de novos produtos. Diante deste contexto, para cumprir com o objetivo de desenvolver produtos que causem baixos índices negativos ao meio ambiente, é preciso que a avaliação do ciclo de vida do algodão se estenda da forma como o algodão é plantado, adubado, cultivado, colhido e manufaturado. Ou seja, que a avaliação de seus impactos não seja mensurada apenas na confecção e uso deste material, mas englobe os produtores da fibra, gerando dados mais próximos aos problemas reais. Neste sentido, Hummel (1997) avaliou qualitativamente o grau

dos impactos acarretados em cada fase do ciclo de vida dos produtos têxteis de algodão, ilustrado na tabela 28.

	Plantação	Tecelagem	Acabamento	Manufatura	Uso	Descarte	Transporte
Solo	Problema médio		Problema grande				
Água	Problema médio		Problema grande				
Ar			Problema médio				Problema grande
Recursos	Problema médio		Problema médio				
Energia			Problema grande		Problema grande		Problema grande
Perdas		Problema médio		Problema médio		Problema médio	
Tóxicos	Problema grande		Problema médio				




Legenda:  Problema pequeno  Problema médio  Problema grande

Tabela 28 – Avaliação do ciclo de vida de produtos têxteis de algodão.

Fonte: Hummel (1997), adaptado pela autora.

Assim, além das soluções de reciclagem abordadas acima, o algodão pode ser empregado de forma sustentável à peça quando tem origem orgânica, tem baixo uso de químicos ou é da variedade colorido. O algodão orgânico é biodegradável e obtido mediante o sistema de plantio que dispensa o uso de agrotóxicos, adubos químicos ou outros insumos sintéticos prejudiciais à saúde humana e ao meio ambiente, mantendo a segurança para a saúde dos produtores e as suas condições trabalhistas. Neste tipo de produção, os produtos químicos industrializado são substituídos por métodos naturais para evitar pragas nas plantações. Conservando a biodiversidade, representando um benefício à saúde. Além do aspecto ambiental, o algodão orgânico trabalha com o lado social por meio dos princípios da produção ética, sendo um produto com certificado através de entidades do setor ou outras envolvidas com o desenvolvimento sustentável (RIO, 2016; FLETCHER, 2014).

A segunda opção é o algodão produzido com o pouco uso de químicos. Trata-se de uma solução tecnológica e industrial para a redução do uso de insumos químicos utilizando a modificação genética da planta, tornando-a mais resistente a pragas, a seca e fungos. Tal opção tem mais procura do que a orgânica por apresentar rendimentos iguais ou superiores ao plantio tradicional, pois além do índice de produtividade na colheita, reduz os custos dos insumos; não gera impactos na qualidade da fibra e tem o mesmo potencial do algodão orgânico para agregar melhorias sociais (FLETCHER, 2014).

A terceira opção é o algodão colorido, que não é necessariamente orgânico, mas é capaz de tornar a cadeia de produção de algodão mais sustentáveis porque dispensa o uso de corantes e alvejantes, reduzindo os custos do beneficiamento e tingimento e do tratamento dos efluentes tóxicos. Possui uma variedade de cinco cores obtidas por meio de métodos de melhoramento genético (CNI/ABIT, 2012). No entanto, as opções orgânica e colorida tem

preço mais elevado, conduzindo a elevação dos preços dos produtos. Porém, as empresas demonstram estar dispostas a incorporar esse custo, pois o risco de danos na reputação da empresa pelo envolvimento com fornecedores não sustentáveis neste tipo de produção é elevado. Outro motivo é a preocupação com o abastecimento futuro de algodão. Fato que incentiva a procura pelo orgânico e pelas certificações de procedência, feitas por instituições como, por exemplo: a Better Cotton Initiative (Iniciativa por um Algodão Melhor (BCI)) e a Cotton Made in Africa (CNI/ABIT, 2012).

A outra fibra utilizada na tecelagem da calça jeans feminina da empresa 1 é o elastano, pertencente a categoria de fibras sintética. Sua principal característica e vantagem é sua capacidade extremamente elástica, sua resistência à oxidação e a ruptura, a não formação de *pilling*, à água do mar, ao cloro, aos cosméticos e à luz do sol (desbotamento). Tornando-se um substituto de alto desempenho à borracha pelo seu rendimento produtivo, capacidade de reestruturação após longos períodos de alongamento, facilidade para a modelagem e a termofixação. Além de dispensar o tingimento na fase de lavanderia. Contudo, seus benefícios são reduzidos quando comparados a sua origem. É uma fibra derivada do petróleo, recursos não renovável e altamente poluente, ou seja, tem um alto grau para a geração de danos ambientais. Tal índice pode ser reduzido quando tais fibras sintéticas são recicladas. Porém, o elastano não é comumente reutilizado pela falta de incentivos e a baixa porcentagem na composição. Além disso, é uma fibra em grande parte comercializada por uma empresa detentora da patente, por isso, possui poucas alternativas mais sustentáveis. Entre estas há a proposta do próprio fabricante, que consiste em um fio de elastano bio-derivado renovável, oriundo do milho. Seu impacto positivo provém da redução da emissão de carbono e por não necessitar de qualquer tipo de adaptação nos tecidos, no processo de finalização ou estamparia.

Voltando ao aspecto do PDP, o elastano permitiu o desenvolvimento de produtos com modelagens menos complexas; dispensando o uso de alguns tipos de fechos (redução de peças e etapas no processo), facilitando a costura (redução no tempo de produção). Seus percentuais na composição podem elevar o conforto e a durabilidade. Na durabilidade quando o índice é baixo (entre 2% a 3%), ajuda a evitar o estiramento da peça ao longo de uso. E no conforto quando o índice fica entre 10% e 20%, aumentando a elasticidade, a leveza e o ajuste ao formato do corpo (OZDIL, 2008).

Outros componentes do produto calça jeans são os aviamentos, um botão metálico e um zíper metálico. Ambos são produtos que podem ser produzidos a partir de matérias-primas

recicladas. Logo, sua produção de modo mais sustentável é dependente dos preços, atratividades e disponibilidades no mercado.

Em mais, o produto recebeu como acabamento os seguintes processos: tingimento e beneficiamento. Para o tingimento, utilizou-se o corante índigo sintético junto com o ditionito de sódio. O corante índigo sintético é um substituto ao corante natural anil, proveniente da fermentação das folhas de várias espécies de anileiras (plantas do gênero *Indigofera* ssp.) (PAUL, 2015). Ambas as versões são insolúveis na água, por isso é dissolvido no ditionito de sódio, tingindo o tecido a partir da reação de oxirredução, na qual o corante entra em contato com o oxigênio, gera pigmentação azulada e retorna ao estado insolúvel (MÜNCHEN *et al.*, 2015).

Neste processo, em torno de 5 a 20% do corante são perdidos na água para limpar o excesso de corante não fixado. Esses resíduos permanecem na água até seu descarte, causando danos ambientais graves, como a perda da diversidade da flora e fauna. Este impacto negativo é causado pelo alto teor da coloração da água que dificulta a passagem dos raios solares, depreciando a fotossíntese que por sua vez altera o equilíbrio desses ecossistemas. Em mais, o efluente é tóxico, podendo também oferecer riscos de contaminação aos trabalhadores e as pessoas que tem contato com a água poluída.

Ainda não há substitutos mais sustentáveis do corante disponíveis no mercado, no entanto, com o crescimento do desenvolvimento de têxteis sustentáveis, a busca por alternativas com fontes renováveis aumentou, estimulando novas pesquisas e o retorno do uso do corante na versão natural (PAUL, 2015). Em relação a este último, algumas empresas apoiaram o retorno do cultivo orgânico da planta por ser capaz de reduzir o impacto ambiental através da diminuição do uso de químicos nocivos empregados nos processos convencionais, ser de fácil biodegradação, ampliar a distribuição de renda, especialmente nos países subdesenvolvidos que eram os principais fornecedores antes da adoção do sintético, e formar um ciclo fechado já que seus resíduos são transformados em adubo. Pelo viés da pesquisa, há duas linhas de estudos: uma que relata o desenvolvimento de um método bio-tecnológico para a fermentação dos resíduos através da ação bacteriana. Contudo, apesar de ser a opção mais amiga do meio ambiente, não há taxas que garantam a consistência da redução, por isso o mercado não demonstra interesse (BLACKBURN, *et al.*, 2009). E, pela redução eletroquímica, onde agentes redutores químicos são substituídos por elétrons, descartando totalmente as substâncias contaminantes dos efluentes (BAUMGARTE, 1974).

O beneficiamento empregado à peça foi o *bleaching* (clareamento). Consiste em um jato para pulverização localizada de permanganato de sódio ou permanganato de potássio

junto com ácido acético cuja função é alvejar pela corrosão do corante, agregando um efeito visual. Estes elementos químicos são agentes oxidantes inorgânicos. Depois de aplicados, as peças são banhadas em metabissulfito de sódio para revelar o efeito. Todo este processo causa efeitos negativos ao meio ambiente similares aos descritos anteriormente no uso de corantes e na etapa de lavanderia da produção do algodão. Porém, o clareamento é um beneficiamento com algumas opções mais sustentáveis, como por exemplo: uso de fungos ou bactérias para degradação dos corantes; uso de tecnologias como a nanofiltração e ultrafiltração; processos oxidativos tipo Fenton e utilização de ozônio (SALVADOR *et al.*, 2012; KUNZ *et al.*, 2002).

Em mais detalhes, o processo de lavagem por ozônio pode ser considerado um substituto ao método tradicional, pois inova no modo de causar o desbotamento dos tecidos devido à elevada redução de produtos químicos para descolorir e também por não comprometer a qualidade do tingimento. Possibilitar a economia da água em 50%, redução do tempo de processo em até 60% e energia (KAN *et al.*, 2016; HMIDA e LADHARI, 2015). Apresentando ser um eficiente agente oxidante. Ou seja, é um processo de alveamento de tecnologia limpa que necessita o emprego de maquinário específico para neutralizar o ozônio (AHMAD *et al.*, 2014).

Em continuidade ao quarta etapa, o Projeto Conceitual e Detalhado, é definido que dentre as soluções encontradas, o produto calça jeans feminina necessita de maiores alterações na seleção de materiais, recursos e processos do que em seu design. Logo, estabeleceu as seguintes decisões:

Produto	Tomada de decisão	Estratégia	Objetivo da empresa 1	3BL
Algodão	Algodão produzido com pouco uso de químicos	1 2 3 4	1 - 3 - 6	▲▲▲
Elastano	Elastano bio-derivado renovável	1 2 3 4	1 - 3 - 6	▲▲▲
Aviamentos	Com metais reciclados	1 3 4	1 - 3 - 6	▲▲▲
Tingimento	Corante orgânico + redução eletroquímica	1 2	1 - 2 - 3 - 5 - 6	▲▲▲
Beneficiamento	Ozônio	1 2	1 - 2 - 3 - 5 - 6	▲▲▲
Produção	Ecoeficiência e neutralização dos impactos	2 4	3 - 5 - 6	▲▲▲

Tabela 29 – Projeto: empresa 1.
Fonte: autora.

Tendo a etapa de Projeto concluída, segue-se para a penúltima etapa – Produção. Nesta fase, ocorre a elaboração do plano de produção composto das etapas de corte,

montagem, beneficiamento e lavanderia. Baseando em todas as análises apresentadas até este ponto, descreve-se que para a produção sustentável do produto calça jeans são precisas a alteração da infraestrutura da empresa, visando a ecoeficiência e a neutralização dos impactos. Em vista disso, observou no relatório da empresa 1 que esta não realiza a fiação de seus tecidos, adquirindo-os prontos para o beneficiamento e confecção. Neste sentido, a escolha do algodão com pouco uso de químicos é uma decisão em prol da seleção de matérias que geram menos impactos ambientais e a substituição/eliminação de insumos tóxicos. Igualmente, a opção pelo elastano bio-derivado renovável e dos aviamentos reciclados. Sendo assim, a empresa 1 possui como melhor decisão a contratação de uma empresa de tecelagem que produza o tecido utilizado no produto com a composição do algodão com menos químico e o elastano bio-derivado renovável. Tal parceria não representaria uma melhoria na infraestrutura da empresa, mas um avanço para o cumprimento do objetivo 3 e 6, e na estratégia 2 (aplicação de processos de baixo impacto ambiental). As mesmas decisões cabem no caso dos aviamentos, pois a empresa também opta por adquirir ao produzir.

Conforme descrito anteriormente, a troca da matéria-prima não altera a qualidade do tecido, conseqüentemente, não impacta na durabilidade e no conforto da peça. Portanto, espera-se que os testes de análises têxteis para analisar possíveis alterações dimensionais, encolhimento e deformações *skew*, formação de *pillig* e resistência térmica alcance o mesmo resultado. Desta forma, as etapas de tingimento, beneficiamento e confecção serão as áreas de melhorias na infraestrutura da empresa.

No caso do tingimento, a empresa tem como melhor opção o uso do mesmo corante na versão orgânica. Tal mudança não altera o procedimento do tingimento, mas requer a adequação/substituição do maquinário empregado, visando à dispensa do ditonito de sódio pela redução eletroquímica que ajuda a tornar o tingimento mais limpo e menos tóxico. Sendo uma necessidade a menos no tratamento dos efluentes, uma vez que a oxirredução não usa componentes químicos e o corante orgânico tem seus efluentes biodegradáveis.

Para o beneficiamento com oxônio, a empresa precisa trocar o maquinário empregado, significando uma melhoria no produto (uso de materiais livres de metais pesados), processo (redução de etapas e do tempo) e da infraestrutura da empresa (economia de energia, água e insumos).

Já na confecção, a melhoria mais representativa consiste na mudança do layout de corte, onde são dispostas as partes do molde da peça para o corte do tecido em enfesto. O corte é a fase mais visível de produção de resíduos na confecção, à medida que as partes do molde são dispostas, surgem os espaços negativos que são descartados. Embora isso possa ser

um desperdício mínimo, esses retalhos são mais do que apenas um sinal tangível de um método de corte menos eficiente, pois eles refletem uma abordagem e mentalidade que aceita tais perdas como uma parte inevitável e aceitável da cadeia de suprimentos. Ou seja, é necessário gerar conhecimento e capacitação aos colaboradores e demais envolvidos sobre o desenvolvimento de produtos sustentáveis, que neste ponto podem se dirigir à reciclagem dos retalhos pelo reprocesso de fiamento, destinando as fibras para a produção de outros produtos como, por exemplo, isolantes térmicos e estopas. Também, pelo emprego da técnica *zero waste* nos moldes retos, como: bolsos, passantes e braguilha. A técnica, como o próprio nome descreve, estrutura o layout de corte de forma a não produzir qualquer desperdício (ilustrado na imagem 25). Trabalhando assim, com a minimização do conteúdo material (melhor aproveitamento); redução das perdas e refugos; ampliando a vida dos materiais e diminuindo os custos do descarte em aterro.

Enfim, elabora-se o plano de marketing (sexto passo). Neste momento, a empresa em busca de agregar vantagem competitiva e isolamento de seus produtos da concorrência, deve gerar conhecimento ao seu consumidor, informando-os em quais aspectos e quando foi o avanço de seus esforços para tornar a produção mais sustentável. Neste sentido, por meio do uso de redes virtuais, que pela velocidade de divulgação e a não geração de resíduos sólidos, é a opção mais viável.

Desta forma, reapresentado o mesmo produto (figura 26), podemos observar que seu design não precisou ser alterado para integrar aspectos da produção sustentável. Assim como, a qualidade do produto, conforto e durabilidade mantiveram o mesmo nível. Sendo necessário que a empresa 1 desenvolva campanhas para informar ao consumidor como deve proceder para realizar a manutenção deste a fim de gerar o mínimo possível de impactos. Neste sentido, observa-se que o melhor hábito de uso é a lavagem em máquina, com a configuração econômica (rápida, baixo nível de água), uso de produtos químicos biodegradáveis em quantias proporcionais, com secagem ambiente (varal), dispensa do uso de ferro de passar e frequência mais espaçada. Segundo as normas da ABNT, a empresa responsável pela produção do artigo, legalmente, é obrigada apenas em informar a composição da peça, produtos/processos que não devem ser aplicados à peça para evitar danos irreversíveis e a forma adequada para a limpeza da roupa em relação as suas características. À vista disso, disponibilizar informações sobre como utilizar o produto de forma sustentável é um diferencial da empresa que agrega valor ao artigo comercializado.

Outra maneira de diferenciar a marca pelo aspecto da sustentabilidade e avançar na avaliação da maturidade ao abordar o tema é a instalação de estação para recolhimento das

peças descartadas. Tal projeto de *take back* necessita de uma estrutura de logística específica para a destinação dos produtos coletados.

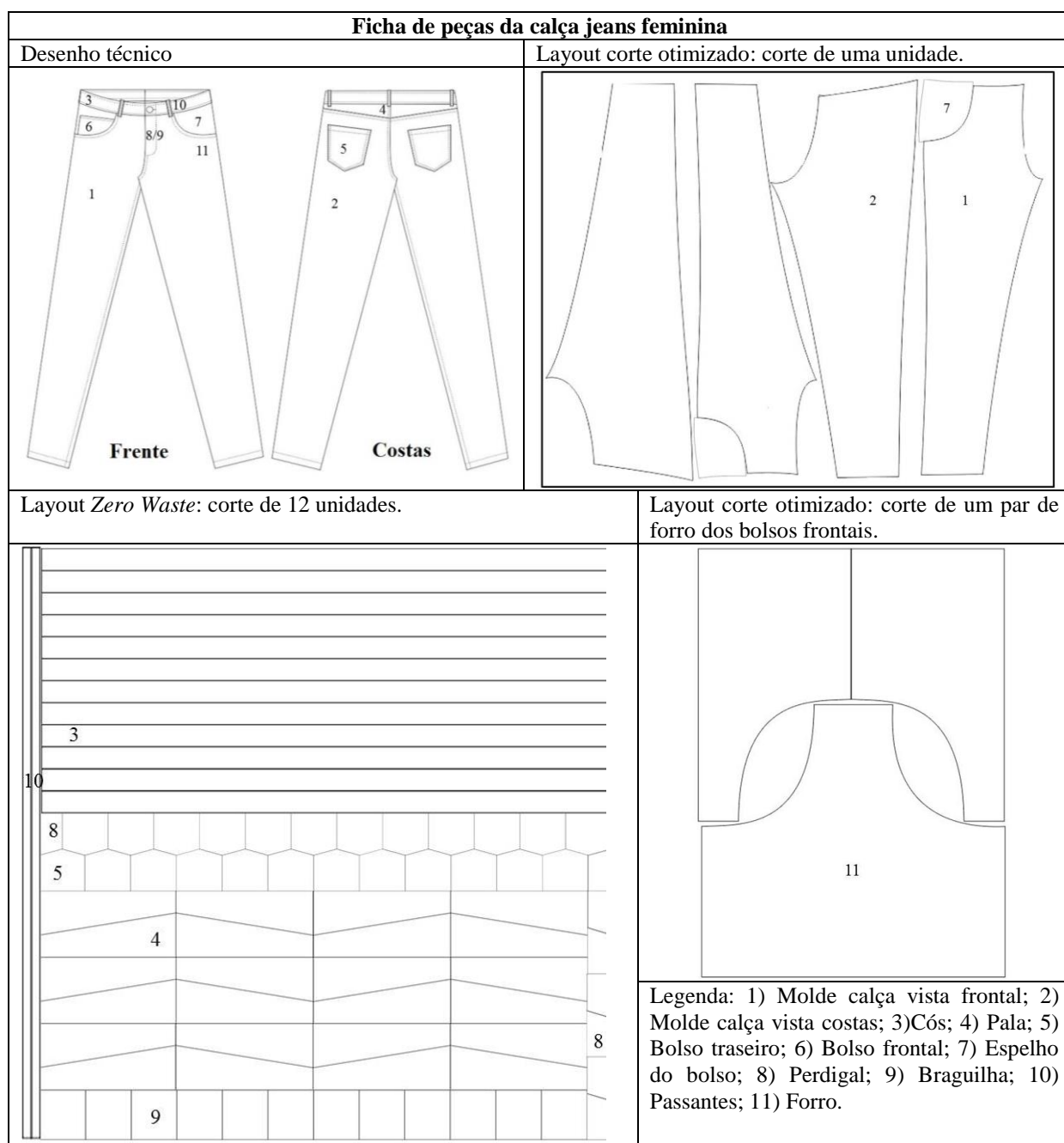


Figura 25 – Layout de corte do produto calça jeans: empresa 1.

Fonte: Autora.

A gestão dos produtos coletados pode optar por duas direções de descarte: a reutilização das peças, otimizando a vida útil dos antigos. Ou, estendendo a vida útil das matérias-primas empregadas, reciclando as fibras e componentes metálicos para o desenvolvimento de novos produtos. As atividades envolvidas nestas políticas de *take back* são uma oportunidade para a empresa ajudar ao desenvolvimento social por meio do apoio a

organizações com projetos que atendam a causa de reciclar e reusar estes artigos, gerando renda e conhecimento.

Tipo do produto: Produtos de consumo temporário	Estratégias					Funcionalidade x Estética			
	1	2	3	4	5	F	F	E	E
									

Figura 26 – Resultado do produto: Empresa 1.
Fonte: Autora.

Em análise geral, pode-se observar a partir do estudo de caso 1 que para integrar o desenvolvimento de produtos sustentáveis, a empresa 1 não necessitaria alterar o design ou características do produto. Pois, as mudanças mais significativas se concentram na implementação de mudanças para a melhoria do processo produtivo, ou seja, do modo com que o produto é planejado e feito. Agregando a sustentabilidade como um valor intrínseco ao produto. Neste contexto, pode-se comparar que se a empresa 1 fabricasse o mesmo produto em análise (calça jeans feminina) seguindo as orientações proposta pelo método PEPDIPS aqui apresentado, conseguiria atingir melhorias em:

Insumo/Processo		Melhoria
Algodão	Plantio	Redução do uso de produtos químicos, água, energia. Aumento da produtividade da fibra (em comparação as outras opções sustentáveis). Mesma qualidade da fibra com plantio tradicional.
	Tecelagem	Redução dos resíduos gerados (reciclagem das fibras).
Elastano	Obtenção	Redução dos impactos gerados na obtenção da matéria-prima pela substituição do petróleo pelo milho.
	Utilização	Mesma qualidade da fibra. Proporciona o ciclo fechado de vida do produto, pois é um insumo biodegradável

	(redução de resíduos) que pode ser usado no plantio de novas matérias-primas.
Aviamentos	Mesma qualidade. Redução dos custos. Proporciona o ciclo fechado de vida do produto, pois é um insumo reciclado (redução de resíduos).
Tingimento	Reduz o índice de poluição causado por ser um processo de ciclo fechado onde o processo é mais limpo (sem geração de resíduos permanentes), resíduos biodegradáveis, menor o uso de produtos químicos e a mesma qualidade de coloração das fibras.
Beneficiamento	Redução de 50% do uso da água, 60% do tempo (velocidade e etapas), energia e não gera resíduos uma vez que estes são neutralizados antes de serem descartados.
Produção	Otimização dos processos, melhor aproveitamento dos recursos e insumos, redução na geração de resíduos, melhoria no engajamento dos envolvidos, geração de conhecimento entre os parceiros, redução dos custos produtivos, incentivos diretos ao desenvolvimento e equidade social, relacionamento com projetos comunitários e apoio as P+L.
Plano de Marketing	Geração de conhecimento ao usuário, melhor posicionamento no mercado e visualização para os produtos sustentáveis, desenvolvimento de atividades com foco na minimização de resíduos, geração de renda e desenvolvimento social.

Tabela 30 – Resultados: empresa 1.

Fonte: autora.

Como conclusão ao estudo de caso 1, pode-se dizer que a proposição de artigos têxteis de forma mais sustentáveis significa um meio para atenuar o hábito de consumismo inerente. Reduzindo seus impactos socioambientais, custos, agregando diferencial e valor ao produto, aumentando a reputação e a vantagem competitiva de seu produtor. Socialmente, a proposições destes produtos pode operar como um direcionador para a tomada de consciência ambiental por parte dos usuários. Logo, as mudanças trabalhadas pela aplicação do método PEPDIPS demonstraram serem mais coerentes na fase de planejamento, sendo um desafio de projeto que deve ser solucionado com o empenho de equipes multidisciplinares, e não somente a cargo dos designers. Um exemplo disso são os meios com que são obtidas e beneficiadas as matéria-prima e ao trabalho de geração e disseminação de conhecimentos para que os usuários finais também se visualizem como fatores participantes e responsáveis por uma das fases de vida destes produtos.

5.2 ESTUDO DE CASO 2

O segundo estudo de caso apresenta um replanejamento estratégico para o processo de desenvolvimento de produtos sustentáveis de uma empresa de tecnologia diversificada. A empresa em questão, que será identificada como *empresa 2*.

A empresa 2 possui, aproximadamente, 3.000 colaboradores e 1.500 fornecedores diretos. Tem como alvo o desenvolvimento de novas tecnologias para melhorar as vidas das

pessoas por meio de inovação significativa nas áreas: cuidados com a saúde – equipamentos médicos; estilo de vida do consumidor – eletrodomésticos e eletroportáteis; e iluminação. Portanto, pode-se observar que o processo produtivo de seus artigos concentra maior complexidade na projeção dos produtos do que no gerenciamento da cadeia de suprimentos. Em outras palavras, a empresa 2 desenvolve tecnologias próprias para o desenvolvimento de seus novos produtos. Tal busca por avanço tecnológico é a missão da empresa e a base de seus objetivos. Com isso, detém maior mobilidade e independência de seus fornecedores. Logo, o papel da cadeia de suprimentos é apenas encontrar matéria-prima e mão-de-obra. Neste sentido, a integração da sustentabilidade nesta empresa tem maior sombreamento na área de P&D, estrutura e no aspecto organizacional. Ampliando o foco do desenvolvido apenas de produtos sustentáveis para uma mudança organizacional que irá se refletir no produto, pois este ilustrará o resultado obtido nesta melhoria.

Diante disso, o método PEPDIPS foi igualmente aplicado, tendo com base as informações obtidas no relatório anual de sustentabilidade da empresa, que também foi construído para divulgar as metas sustentáveis da empresa. Empregando, assim como na empresa anterior, o *benchmark* e uma pesquisa quali-quantitativa para identificar os temas mais relevantes para a melhoria e os resultados atingidos pelos planos de ação já desempenhados.

Na aplicação da primeira macrofase do método PEPDIPS– Reconhecimento. A empresa 2, no parâmetro estratégia apresentou um nível de maturidade ingressada (4I), pois esta se enquadrou totalmente em todos os elementos no nível 4. Em mais detalhes, a avaliação qualitativa do PEPDIPS demonstrou que a empresa 2 obteve o enquadramento máximo (5 pontos na Escala Likert) em quatro dos cinco elementos constituintes deste parâmetro. Chegando a 23 pontos no nível 4, sendo este definido como sua maturidade. Conforme ilustra a tabela 31.

Estratégia					
Como a empresa visualiza exercer a integração da sustentabilidade em seu planejamento estratégico para criar valor?					
Níveis	(1I)	(2I)	(3I)	(4I)	(5I)
Abordagem				3	
Objetivo				5	
Apoio				5	
Importância				5	
Tomada de decisão				5	
Total				23	

Tabela 31 – Parâmetro Estratégia: empresa 2.

Fonte: Autora.

Conforme ilustra a tabela 31, o elemento abordagem é o único a apresentar enquadramento parcial no nível 4I. A justificativa para o fato é em decorrência da empresa 2 visualizar a sustentabilidade como essencial para alcançar o sucesso, mas a integra apenas em seus objetivos e valores. Não refletindo tal consideração em sua missão. Isto pode ser observado quando esta traz como objetivo: lutar por um mundo mais saudável e sustentável através da inovação. E, como valor: Desenhar suas atividades para encorajar uma nova cultura de desempenho e ajudar a acelerar para gerar crescimento produtivo sustentável – sempre em conformidade com os princípios internos da empresa. Já como missão, a empresa 2 estabelece: melhorar a vida das pessoas através de inovações relevantes, que não significa somente “nova tecnologia”. Isso pode significar também uma nova aplicação, um novo modelo de negócio ou uma proposição do consumidor desencadeada por uma parceria inovadora.

No elemento objetivo, a empresa 2 demonstrou estar totalmente enquadrada na maturidade ingressada, pois visa o esforço constante para melhorar o desempenho ambiental tanto nos produtos quanto nos processos, e por direcionar a sustentabilidade em toda a cadeia de fornecimento. Criando produtos que possuam um impacto menos significativo no meio-ambiente durante todo seu ciclo de vida. Exemplificadas em ações como: a produção regionalizada de seus produtos para reduzir a emissão de gases do efeito estufa e pela institucionalização do desenvolvimento de Produtos Verdes, que oferecem uma melhoria ambiental significativa em uma ou mais áreas de foco ecológico, que são: eficiência energética, embalagem, substâncias perigosas, peso, reciclagem e disposição e confiança para a vida toda.

No elemento apoio, a empresa atingiu totalmente o nível 4I por apresentar o envolvimento formal da alta administração na integração da sustentabilidade em suas atividades. Para a empresa 2, este tema é um item importante que está presente na agenda de administração, compartilhada com todos envolvidos internos e externo. Possibilitando o acesso e discussão por todos. Assim, a empresa 2 através de uma pesquisa interna e externa, listou 28 itens relevantes para a sustentabilidade na empresa. Destes itens, os destacados para serem melhorados e abordados no planejamento estratégico de médio prazo foram: logística reserva (coleta e reciclagem); iluminação com eficiência energética; consumo consciente; uso de recursos naturais; ética; gestão dos resíduos e eficiência energética.

No elemento importância, a empresa 2 também obteve maturidade 4I devido demonstrar que a sustentabilidade é um dos seus principais alvos, declarando que busca por criar valores através de um entendimento profundo de seus negócios e mercados e da

construção de vantagem competitiva sustentável em cada negócio, reformulando seu modelo de operação para simplificar e assegurar o emprego de práticas sustentáveis. No entanto, a tecnologia continua sendo o principal motivador da empresa e a sustentabilidade tida como um relevante aliado para a inovação. Desta forma, é possível observar que apesar de compreendida, a importância do tema ainda está desalinhada com os alvos prioritários.

Finalizando a avaliação do parâmetro estratégia, no elemento tomada de decisão a empresa 2 também obteve o mesmo nível de maturidade (4I) justificado pela implementação de correções e adaptações de aspecto sustentável na fase de desenvolvimento dos produtos, denominados de Produtos Verdes. Com isso, a empresa demonstrou em seu planejamento e controle a distribuição de melhorias mais específicas, mensurações quantificáveis e reconhecimento destes avanços por meio de algumas certificações. Como, por exemplo, a implementação global de uma nova solução de TI que ajudou a aprimorar a qualidade e precisão dos dados divulgados a fim de manter o avanço de suas ações. Portanto, a empresa 2 possui o planejamento estratégico para a criação de valor, estando no nível de maturidade 4I neste quesito. Podendo ser visualizado a inclusão da sustentabilidade tanto no domínio gerencial quanto no domínio do processo de desenvolvimento de produtos.

Em sequência da avaliação, a empresa 2 obteve enquadramento total em todos os elementos do parâmetro organizacional, atingindo um nível maturidade ingressada (4I). Conforme demonstra a tabela 32.

Organizacional Como são convergidos os valores, crenças, comportamentos e a missão da empresa para a geração de valor com parâmetros da sustentabilidade?					
Níveis	(1I)	(2I)	(3I)	(4I)	(5I)
Gestão da informação				5	
Comunicação				5	
Gestão do conhecimento				5	
Total				15	

Tabela 32 – Parâmetro Organizacional: empresa 2.
Fonte: Autora.

No primeiro elemento, gestão da informação a empresa 2 atingiu a maturidade 4I devido ao fato de manter enraizado em sua crença de longa data que a sustentabilidade é um ponto principal para o crescimento e oferece oportunidades para inovar. Portanto,

sustentabilidade é uma parte integral da estratégia, sendo divulgada através da gestão de informação.

No segundo elemento, comunicação o nível de maturidade observado foi o 4I por apresentar uma estrutura de governança que prioriza a comunicação e o compartilhamento entre todos os envolvidos, proporcionando o aprendizado e incentivando a inovação sustentável e a mudança comportamental. Também, é por meio do canal de comunicação que a empresa divulga seu código de conduta e ética. E, por meio do compartilhamento das informações, controla e modela comportamentos fora do desejado. Assim, a empresa 2 estabeleceu um conjunto de diretivas que são aplicáveis a todos os funcionários. Há também diretivas separadas que se aplicam a categorias específicas de funcionários.

Assim como nos elementos anteriores, na gestão de conhecimento, a empresa também teve o nível de maturidade 4I, uma vez que implantou uma serie de treinamentos colaborativos com universidades globais para ofertar aprendizagem nas áreas de efetividade pessoal, gerenciamento pessoal e perspicácia de negócio. Além disso, os cursos são designados para oportunizar o acesso ao conhecimento de praticas sustentáveis que podem ser aplicadas à empresa, ajudando-a a criar valor. Logo, com base nas informações encontradas, pode-se afirmar que a maturidade da empresa 2 em relação ao parâmetro organizacional atingiu o nível de ingressada, onde a estrutura organizacional é voltada para a criação de valor e aprendizado.

Em seguida, a avaliação da empresa 2 pelo aspecto do parâmetro parcerias resultou na grau de maturidade 4I em todos os elementos, conforme mostra a tabela 33:

Parcerias					
Como a empresa motiva as partes interessadas para integrar a sustentabilidade em suas atividades?					
Níveis	(1I)	(2I)	(3I)	(4I)	(5I)
Estrutura				⑤	
Objetivo				⑤	
Relação				⑤	
Total				15	

Tabela 33 – Parâmetro Parcerias: empresa 2.
Fonte: Autora.

No elemento estrutura, a rede de parcerias da empresa 2 caracteriza-se como somatória (4I), devido a declaração que esta é estabelecida com o objetivo (segundo elemento) de ajudar ambos os lados envolvidos (indústria-fornecedores) à melhorar seu desempenho de sustentabilidade. Configurando uma junção de forças direcionada a garantir uma mudança

positiva, melhoria contínua de desempenho social e ambiental, sintonia de valores e crenças (terceiro elemento – relação). Em mais, a empresa criou um programa próprio e personalizado as suas necessidade de desenvolvimento de sustentabilidade por parte do fornecedor. Tal programa visa ajudar a melhorar o desempenho, garantir o comprometimento da declaração de sustentabilidade da empresa, liberdade de associação e negociação coletiva, trabalho e direitos humanos, saúde e segurança do colaborador, impacto ambiental, ética e sistemas de administração. O programa é exercitado por intermédio de auditorias realizadas em etapas, sendo completada no período de três anos. No relatório, a empresa afirma ter auditado todos os fornecedores dentro deste período. Como resultado, encontrou que 88% dos parceiros estavam de acordo com os requisitos exigidos. Os parceiros com resultados inadequados receberam orientações para corrigir e se adequar, mesmo assim houveram alguns que não atingiram ou não demonstraram interesse em se enquadrar. Por isso, estes foram excluídos da lista de parceiros, no entanto, a empresa não divulgou o número final.

Diante destas observações, conclui-se que a empresa 2 atingiu o grau de maturidade 4I no gerenciamento de sua cadeia de fornecedores, estando focada na criação de valor para a sustentabilidade tanto nas atividades internas quanto as externas. Contudo, é relevante salientar que como a maioria dos produtos desenvolvidos pela empresa consomem matérias tóxicos e/ou radioativos, é satisfatório que seu desempenho neste parâmetro atinja tal nível.

Com relação ao parâmetro motivação, a empresa 2 também demonstrou o grau de maturidade 4I, como ilustra a tabela 34:

Motivação					
Como a empresa motiva as partes interessadas para integrar a sustentabilidade em suas atividades?					
Níveis	(1I)	(2I)	(3I)	(4I)	(5I)
Enfoque				5	
Amplitude				5	
Relação com a sustentabilidade				5	
Total				15	

Tabela 34 – Parâmetro Motivação: empresa 2.
Fonte: Autora.

Como mostra a tabela 34, no elemento enfoque o enquadramento foi total devido a empresa declarar que estabelece uma cultura de desempenho e crescimento na qual as pessoas são engajadas para melhorar seus resultados, mantendo a cooperação interna e externa das equipes para atingir a excelência; incentivos e recompensas. A empresa também mede o índice de motivação e engajamento de seus colaboradores por meio de uma estrutura de avaliação própria onde questionários são realizados. O objetivo é analisar e definir o resultado

baseando-se na combinação de percepções e atitudes relacionadas com a satisfação do funcionário, comprometimento, apoio e alinhamento com as práticas sustentáveis da empresa. A avaliação contou com a participação de 87% dos colaboradores (interno – externo), o índice de engajamento foi de 73%. No elemento amplitude, o resultando da maturidade também foi 4I. Conforme comentado acima, a empresa 2 visa ter a amplitude interna e externa para a integração da sustentabilidade, divulgado a importância deste tema em sua cultura e avaliando o empenho de todos na realização dos seus objetivos sustentáveis. Em suma, observa-se que a estrutura organizacional da empresa estimula a proatividade e o desenvolvimento coletivo através de ambientes de trabalhos compartilhados e da possibilidade de negociar o horário, sendo estas melhorias incrementais que ajudam a prover melhorias significativas de desempenho. Desta maneira, pode-se afirmar que a empresa 2 enquadra-se totalmente ao terceiro elemento (relação com a sustentabilidade), uma vez que a motivação para aplicar as melhorias são baseadas no conceito que a empresa gerou, composto por: pessoas, espaço e tecnologia. Este conceito, descrito neste parâmetro e no organizacional, aumenta a velocidade do processo de melhoria e estimula a capacitação dos funcionários.

O parâmetro operacional foi a perspectiva que a empresa 2 mais demonstrou esforço para aprimorar-se entre o intervalo do lançamento entre o relatório avaliado e o anterior, atingindo o nível de maturidade 4I, conforme mostra em detalhes a tabela 35:

Operação					
Como a empresa age para integrar a sustentabilidade nas suas operações?					
Níveis	(1I)	(2I)	(3I)	(4I)	(5I)
Integração			5		
Gestão de operações			5		
Total			10		

Tabela 35 – Parâmetro Operacional: empresa 2.

Fonte: Autora.

No elemento integração, a empresa 2 atingiu totalmente o nível 4I, pois esta possui um processo personalizado para desenvolver seus produtos. Tal metodologia além de estar ao alcance de todos, representa um incentivo à capacitação dos envolvidos.

Detalhadamente, o processo personalizado da empresa 2 consiste em um conjunto de metas e valores com o objetivo de produzir reduzindo cada vez mais o impacto gerados por seus produtos e processos produtivos. Neste sentido, a empresa 2 argumenta que a integração da sustentabilidade em suas operações prioriza:

- Reduzir o impacto das operações através de melhorias obtidas pelo emprego do green manufacturing, com foco nas emissões de CO₂, resíduos e substâncias perigosas e restritas, água e energia;
- Aplicar o conceito de Ecodesign, resultando em Produtos Verdes;
- Inovação sustentável: as atividades de P&D baseada nos conceitos de ciclo de vida *cradle to cradle* para o desenvolvimento de Tecnologias verdes.

Dessa forma, a empresa caminha para a inovação sustentável e a produção de produtos verdes, focando nas dimensões ambientais e sociais de seus produtos e operações. No eixo ecológico o foco é reduzir a geração de impactos atrelados com a alteração climática e a escassez de recursos. No eixo social, o alvo é proporcionar saúde e bem-estar as pessoas. A combinação dos fatores ajudará a transição em direção a uma sociedade sustentável.

A empresa 2 descreve os produtos verdes como aqueles que oferecem uma melhoria ambiental significativamente melhor (pelo menos 10%), comparado com o produto de referência, que pode ser um concorrente ou produto de mesma categoria, em uma ou mais áreas de foco ecológico: eficiência energética, embalagem, substâncias perigosas, peso, reciclagem e descarte, e tempo de vida. A figura 27 mostra o infográfico com a descrição de cada uma das seis estratégias de ecodesign estruturada pela empresa 2.



Figura 27 – Estratégias de Ecodesign da empresa 2.
Fonte: adaptado pela autora.

A abordagem com relação ao ciclo de vida é usada para determinar a melhoria ambiental geral do produto, uma vez que quando estes são planejados com um design inteligente no aspecto sustentável, o valor agregado ao final tende a ser maior, e isso está intensamente ligado à eficiência da logística reversa. A empresa 2 tem um programa de logística reversa para a coleta e reciclagem dos produtos no pós-consumo. Desta forma, a empresa 2 calcula o impacto ambiental de um produto sobre seu ciclo de vida completo (matéria- prima, fabricação, uso do produto e disposição). Enquadrando-se totalmente no nível 4I no elemento gestão de operações, pois esta possibilita mensurar o avanço e a qualidade da integração da sustentabilidade.

Com estas melhorias no PDP, a empresa 2 apresenta como resultado os indicadores de desempenho para a sustentabilidade, que são a redução de: 49% do consumo de água, 44% na emissão de CO² nas unidades fabris, 19% de efluentes com substâncias perigosas e restritas, 18% do uso de energia e 17% de resíduos. Portanto, baseando-se nestas informações foi possível observar que a empresa 2 visa aprimorar suas operações pela melhoria contínua e o desenvolvimento de tecnologias limpas, ou seja, apresenta o grau de maturidade final ingressada no parâmetro operação.

Diante dos resultados das avaliações em cada parâmetro, foi gerada a grade de maturidade da integração da sustentabilidade para a empresa 2, apresentada pela figura 28. Onde a empresa 2 apresentou equilíbrio em todos os parâmetro no nível de maturidade ingressada (4I). Sendo este reconhecido como o grau de avanço que a empresa desempenhou na integração da sustentabilidade.

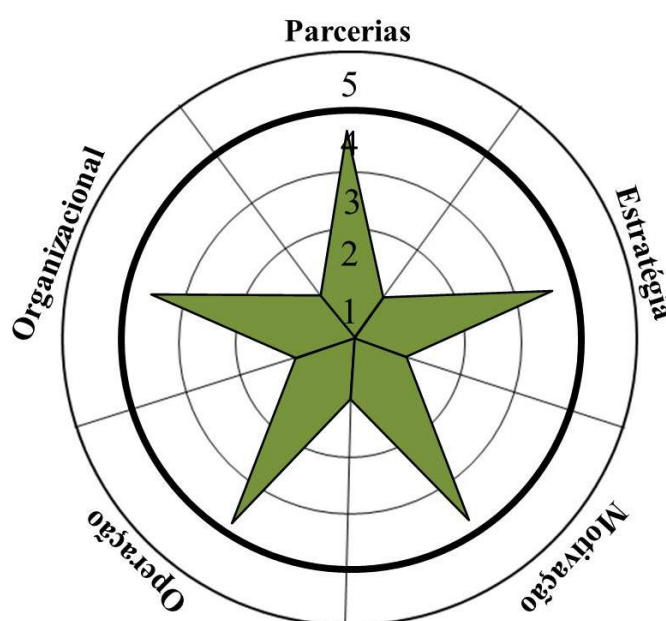


Figura 28 – Grade de Maturidade da empresa 2.
Fonte: adaptado pela autora.

Logo, assim como na descrição deste nível, foi possível observar que a empresa 2 já possuem algumas atividades certificadas, estando em progresso de incorporação da sustentabilidade em seu modelo de negócios e, conseqüentemente, no processo de desenvolvimento do produto. Objetivando a inovação radical de seus produtos, cultivando a sustentabilidade como um elemento essencial tanto para o ciclo de vida do produto quanto para o planejamento empresarial. Contudo, ainda que apresente uma maturidade satisfatória, possui problemas em sua estrutura organizacional para a total integração.

Neste contexto, a aplicação do método PEDPIPS passou para a próxima fase: compartilhamento. Abaixo, a tabela 36 retrata os principais planos e a relação entre os parâmetros. Após, estes planos são detalhados entre os elementos de cada parâmetro.

Parâmetro	Plano de ação	Relação	3BL
Estratégico	- remodelação da missão da empresa - a sustentabilidade como base da inovação - ampliação do número de produtos integrados - replanejamento dos processos e da tomada de decisão	Motivação Todos Operacional Operacional	
Organizacional	- remodelação da gestão de conhecimento	Estratégico/ Motivação	
Operacional	- expansão da integração nos setores operacionais - melhorias para alimentar o avanço desempenhado	Estratégico / Parcerias Organizacional	
Motivação	- aprimorar os processos comportamentais para o desenvolvimento da autogestão. - gerar significado e identificação para a continuidade das mudanças.	Estratégico / Organizacional Estratégico / Organizacional	
Parceria	- estabelecer alianças que possibilitem o aprendizado e o engajamento interno e externo com as atividades da empresa	Todos	

Tabela 36 – Empresa 2: Planos de ação.

Fonte: Autora.

No parâmetro estratégia, elemento abordagem – o plano de ação inicial deve focar na totalização do enquadramento no nível 4I. Para tanto, é necessário que a sustentabilidade, que já é discutida pela empresa, seja acrescentada à missão da empresa. Em seguida, a fim atingir o nível 5I de maturidade, a empresa 2 deveria ampliar o seu escopo de integrar a sustentabilidade.

No elemento objetivo, a empresa 2 necessitaria desenvolver planos de ação para que todos os envolvidos no processo participem no projeto. Em busca deste avanço, a empresa 2 poderia, a partir de um novo modelo operacional e organizacional, estruturar um processo de gerenciamento dedicado à ampliação e integração de setores relevantes ao desenvolvimento dos produtos. Em outras palavras, deve buscar por manter a cooperação entre equipes de pesquisa, design, marketing, estratégia e negócios para formar equipes multidisciplinares ao

longo da cadeia de inovação. Incentivando o desenvolvimento de melhoria de pesquisa e desenvolvimento à inovação dos produtos através de novas opções eficientes de negócios e maior eficácia tecnológica.

Já no elemento apoio, o plano de ação que poderia ser elaborado para a categorização total no grau de maturidade 5I deveria iniciar com a divulgação de uma política interna para engajar os envolvidos perante o novo objetivo, a missão e os valores da empresa 2. Neste caso, o engajamento dos colaboradores seria voltado a configurar um processo contínuo de melhorias radicais, estimulando a elaboração de soluções criativas aos produtos e a dimensão social tendo como alvo a sustentabilidade. Abordando, por exemplo: economia circular, parcerias visando a co-criação e metas que buscam mais que resultados financeiros, como, a eficiência energética e a saúde no trabalho.

Em sequência, diante da dependência direta do terceiro elemento – importância – aos dois primeiros, o plano de ação neste quesito estaria sendo trabalhado conjuntamente aos planos anteriores se este método fosse aplicado a empresa 2. Resultando no estabelecimento da sustentabilidade como princípio para continuar inovando por meio da tecnologia. Neste sentido, para trabalhar com o último elemento do parâmetro estratégia, a empresa 2 necessitaria elaborar o plano de ação para promover ações proativas para a geração de aprendizagem. Neste contexto, pode-se observar que este tópico estaria envolvido nos elementos objetivo e apoio uma vez que visam a cooperação para atingir soluções criativas e a aprendizagem, gerando habilidades e o compartilhamento de informações necessários para basear a tomada de decisão e garantir sua eficácia.

No parâmetro organizacional o plano de ação seria estabelecido com base no avanço conjunto de todos os elementos pertencentes ao aspecto organizacional, pois a empresa se enquadrava nos três elementos no nível 4I. Deste modo, para o avanço neste parâmetro seriam planejadas ações visando estabelecer o fluxo livre de informações entre os departamentos para o desenvolvimento de novas capacidades, aumentar a velocidade de respostas às necessidades do mercado e a vantagem competitiva da empresa. Por isso, com o intuito de se manter como empresa modelo na integração da sustentabilidade, a empresa 2 necessitaria estruturar e manter constantemente uma plataforma de aprendizado multidisciplinar para a geração de conhecimento, que pode ocorrer em dois ambientes: frequentado pelos colaboradores internos - durante o trabalho, através de treinamentos e orientação e métodos formais de aprendizagem (sala de aula e palestras) tanto para colaboradores internos quanto para externos.

Em seguida, para atingir o grau de maturidade 5I no parâmetro motivação, a empresa 2 deveria elaborar o plano de ação unindo todos os elementos que constituem tal parâmetro,

sendo este desempenhado paralelamente ao parâmetro organizacional. Assim, no elemento enfoque, a empresa 2 deve continuar com a aplicação da avaliação própria que mede o índice de motivação e engajamento de seus colaboradores. A avaliação seria aplicada a todos os colaboradores a fim de identificar a motivação e engajamento perante a nova missão, objetivo, visão e posicionamento estratégico da empresa 2 e, caso seja preciso, empregar soluções a possíveis desalinhamento que impedem a formação para a auto-avaliação da gestão.

Logo, nos elementos amplitude e relação, a empresa 2 poderia se empenhar em desenvolver a governança corporativa, sistema pelo qual a empresa seria dirigida e controlada, baseando-se nos quatro princípios: transparência, que visa tornar a tomada das decisões e os processos envolvidos mais aberto para os stakeholders; equidade para garantir que todos os interessados participem e recebam tratados igualitário; prestação de contas (*accountability*), no caso da empresa 2, engloba não somente os recursos financeiros, mas também os ganhos ambientais e sociais; e, a responsabilidade corporativa. Justificando a essência de trabalhar conjuntamente com a estrutura organizacional, pois esta tem de ser pensada para a respeitar esses quatro princípios, criando uma cadeia de valor cruzado com colaboração transversal. Desta forma, a empresa desempenharia seus esforços para gerar satisfação, identificação e responsabilidade com o resultado atingido, com a cultura, valores e missão da empresa. Estimulando o crescimento desta.

Com relação ao parâmetro parcerias, o foco é a elaboração de planos de ação para tornar a cadeia de fornecedores uma estrutura conjunta tendo como objetivo construir uma rede de cooperação e aprendizado, transformando a empresa 2 em um catalisador para a melhoria do desempenho e a confiança dos envolvidos. Para tanto, a empresa 2 necessita instalar uma política para que os fornecedores compartilhem o compromisso da empresa com a sustentabilidade a nível do desenvolvimento e fabricação de produtos e também na estrutura organizacional empregada por estes. Por meio desta política, os fornecedores assumiriam compromisso com as declarações e códigos da empresa perante a sustentabilidade, passando constantemente por auditorias reguladoras onde serão averiguadas adequações em relação a legislação ou ao cumprimento básico aos direitos humanos quando não há legislação para tal na localidade do fornecedor. Nestas auditorias seriam analisadas questões como: proibição do trabalho infantil, proibição de carga horária exaustiva, não discriminação salarial e salubridade do ambiente para trabalho, assim como, segurança no trabalho. Pelo aspecto ambiental, poderiam ser avaliadas questões como: possuir licenças ambientais, políticas para prevenção da poluição e redução do uso de recursos naturais não renováveis, proibição de substâncias perigosas ou tóxicas, apresentação de instalação para reaproveitamento de águas

residuais. Além disso, na prestação da conduta ética, poderiam ser observados pontos como: transparência na divulgação de informações, priorização por manter negócios justos, respeito e proteção à identidade e propriedade intelectual da empresa principal, comprovação da origem dos materiais utilizados (certificações). Já pela visão de gestão, a cadeia de fornecedores deveria observar o compromisso da empresa parceira com os códigos da empresa principal, objetivos de melhoria, processos de ação corretiva, comunicação, treinamento dos trabalhadores e avaliação de risco.

Por fim, no parâmetro operacional os esforços para aumentar a maturidade da empresa 2 estariam focados no nível 5I, uma vez que esta se enquadrou totalmente no nível 4I em ambos os elementos – integração e gestão de operações. Logo, o objetivo seguiria a abrangência completa dos setores operacionais envolvidos para continuamente atingir índices mais expressivos em melhorias de desempenho, por exemplo: uso 100% de energia limpa renovável, reutilização ao máximo possível dos recursos hídricos, emprego de materiais reciclados, eliminação dos resíduos operacionais, redução ao máximo possível do número de acidentes e doenças relacionadas em ambiente de trabalho, extensão da logística reversa. Para cumprir com estes alvos, a empresa 2 poderia investir para instalar a economia circular.

A economia circular não trata apenas de melhorias no produto, é um conceito que propõe uma nova forma de pensar sobre o futuro e o modelo econômico atual. Ou seja, é uma nova perspectiva que engloba as áreas de planejamento, suprimento, produção e reprocessamento (logística reversa), em nível de processo e resultado. Buscando maximizar a performance do ecossistema para aumentar o bem-estar humano.

Comparado à avaliação do ciclo de vida, a economia circular possui as características do ciclo fechado (*cradle to cradle* – C2C), uma vez que visa à aplicação inteligente dos recursos já extraídos e em uso pelos produtos. Mantendo seu valor através do reuso, reutilização e reciclagem por cadeias produtivas intencionais e integradas, onde o gerenciamento de resíduos compõe parte do projeto de design, processo de produção e sistemas associados; criando o chamado *upcycle*¹⁰. Além do conceito C2C, a economia circular também se relaciona com outras escolas de pensamento, por exemplo: a biomimética (BENYUS, 2003); a ecologia industrial (LIFSET e GRAEDEL, 2001); o capitalismo natural (HAWKEN *et al*, 2008) e a abordagem dos sistemas de *Blue Economy* (PAULI, 2010).

¹⁰ Multiplicação dos ciclos de vida dos produtos por meio de reparos e aumento da vida útil das matérias-primas através do reuso e reciclagem.

Desta maneira, podem ser observados alguns princípios da economia circular, como: **perdas**, similarmente ao conceito *lean manufacturing*, devem ser excluídas desde o princípio do projeto. **Diversidade** entre parcerias para fortalecer, versatilizar e obter resiliência. Uso de **energias renováveis** visando reduzir a dependência dos recursos e também aumentar a resiliência dos sistemas. Na economia circular o **pensamento sistêmico** é sempre abordado para fortalecer vínculos em sistemas complexos nos quais diferentes partes estão conectadas. **Preços** para a economia circular precisam refletir todos os custos para serem efetivos. Ainda, dentro do ciclo fechado, o conceito se caracteriza pela distinção entre ciclos técnicos e biológicos. O ciclo técnico trata da gestão dos resíduos de materiais finitos ou não-renováveis como o plástico, metal e ligas metálicas, realizando sua recuperação e restauração. Já o ciclo biológico trabalha com materiais projetados para serem renováveis, ou seja, que podem ser utilizados como nutrientes renováveis (biológicos) na produção de novos insumos. Por isso, a essência da criação de valor para os materiais biológicos está na oportunidade de extrair mais valor destes por meio do aproveitamento em cascata (explicado a seguir). Também, a economia circular é regida por três princípios. Para melhor compreensão, o sistema da economia circular é ilustrado pela figura 29.

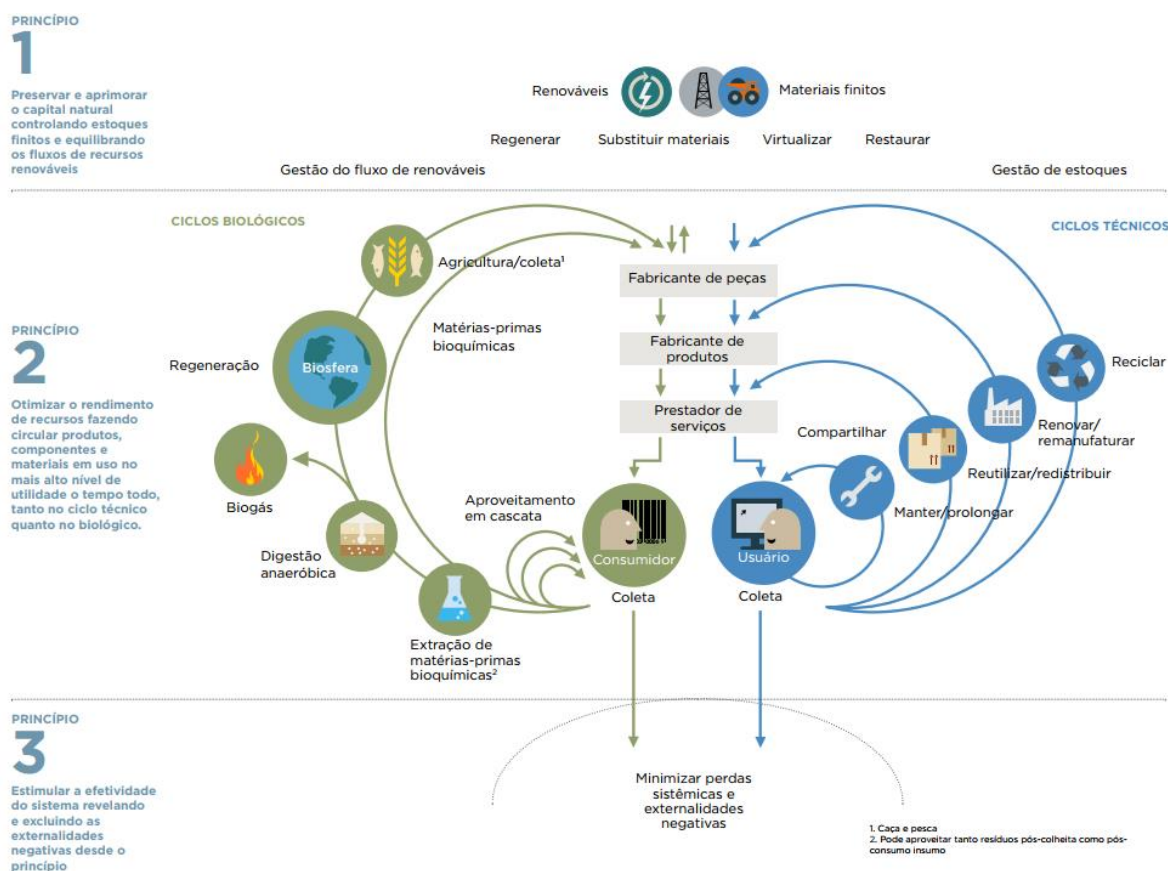


Figura 29 – Sistema da economia circular.

Fonte: Ellen MacArthur Foundation, SUN; McKinsey Center for Business and Environment; Drawing from Braungart & McDonough, Cradle to Cradle (C2C).

Em mais detalhes, os três princípios descrevem que:

Princípio 1: Preservar e aprimorar o capital natural controlando estoques finitos e equilibrando os fluxos de recursos renováveis: foco na desmaterialização dos produtos e através da seleção de tecnologias e processos que utilizam recursos renováveis ou que apresentam melhor desempenho.

Princípio 2: Otimizar o rendimento de recursos fazendo circular produtos, componentes e materiais no mais alto nível de utilidade o tempo todo, tanto no ciclo técnico quanto no biológico: constitui projetar para a remanufatura, renovação e a reciclagem, para que componentes e materiais técnicos continuem circulando e contribuindo para a economia.

Princípio 3: Estimular a efetividade do sistema revelando e excluindo as externalidades negativas desde o princípio: atenta para a redução de danos ao meio ambiente e a sociedade.

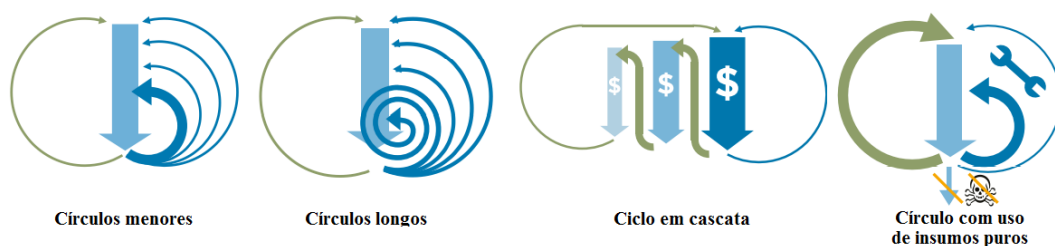


Figura 30 – Fontes de criação de valor.

Fonte: Ellen MacArthur Foundation, SUN; McKinsey Center for Business and Environment; Drawing from Braungart & McDonough, Cradle to Cradle (C2C).

Logo, os princípios junto às características da economia circular originam quatro fontes de criação de valor (figura 30). No primeiro destes, os círculos menores representam que quanto mais interno for o círculo, mais valiosa deve ser a estratégia empregada. Em outras palavras, é mais valioso projetar para reparar do que simplesmente reciclar. A segunda fonte provedora de valor baseia-se em círculos mais longos voltados à maximização do número de ciclos e/ou do tempo de cada ciclo para os produtos e, assim, evitar o consumo de material, energia e mão de obra, utilizados na obtenção de um novo produto ou componente. Terceiro, uso de ciclo em cascata significa que reuso é diversificado, ou seja, um mesmo material é reutilizado em diversos setores produtivos com o intuito de evitar a entrada de materiais virgens. Como última fonte se tem o uso de “insumos puros”, que quer dizer uso de insumos não contaminados. A ausência de componentes tóxicos eleva a eficiência dos materiais por incrementar a longevidade destes.

Desta maneira, a economia circular desestimula as empresas a assumirem riscos relacionados a recursos. Gerando um contexto com o potencial inovativo, desenvolvimento

tecnológico, materiais melhores, uso eficiente da energia, desenvolvimento social por intermédio da geração de empregos e crescimento econômico, que agregam benefícios operacionais, financeiros e estratégicos no presente e no futuro.

Com a elaboração dos planos de ações, a aplicação do método PEPDIPS segue para o segundo domínio: Processo de Desenvolvimento de Produtos. Onde estão localizadas as microfases que trabalham diretamente com a produção de bens de consumo. Assim, foi selecionado da cartela de produtos da empresa 2 o produto lâmpada LED branca (*Light Emitting Diode*). Esta escolha foi baseada na relevância que a eficiência energética tem para o desenvolvimento de produtos verdes. Ainda, pelo fato declarado pela empresa que os produtos de iluminação são os que causam maior consumo de recursos energéticos durante a fase de uso. Também, apesar das lâmpadas de LEDs ofertarem o melhor índice de economia energética, a demanda pelas outras opções de iluminação permaneceu mais elevada em comparação a LED. Para a empresa 2, o motivo de tal acontecimento é devido ao ambiente econômico e ao preço mais elevado do produto.

Conforme a classificação da tipologia de produtos, a lâmpada LED pode ser enquadrada na categoria dos produtos de consumo dependente, uma vez que sua principal característica é a necessidade de recursos para seu uso e manutenção. E ser um produto que causam impactos em todas as fases do ciclo de vida. Logo, as estratégias devem ser planejadas conforme as particularidades destes. Na sequência, a figura 31 apresenta o produto e suas características. E, a tabela 37 apresenta o recorte da tabela 17, que descreve as direções dentro dos aspectos do 3BL que os planos de ações elaborados na macrofase compartilhamento devem seguir para o desenvolvimento do segundo domínio do PEPDIPS.

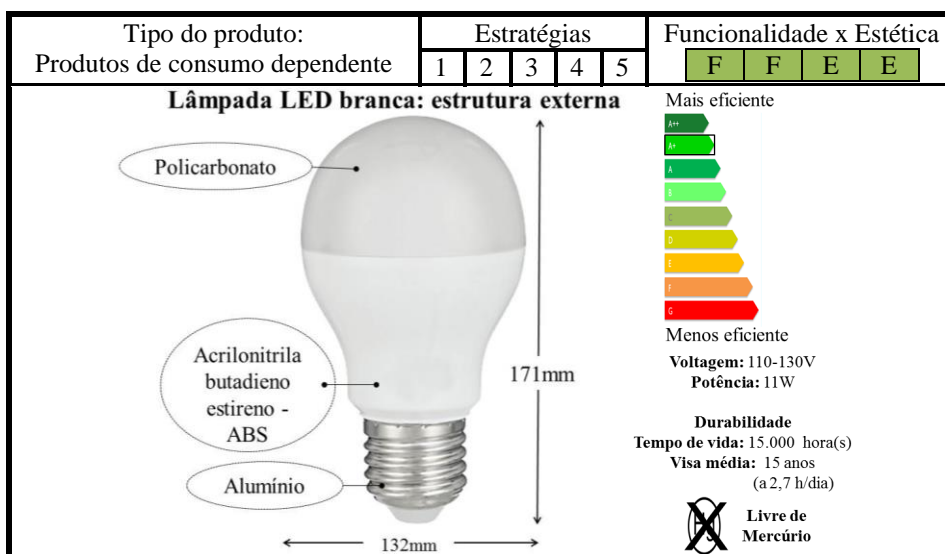


Figura 31 – Análise da tipologia do produto: Empresa 2.

Fonte: Autora.

	Ambiental	Social	Financeiro
5I	<ul style="list-style-type: none"> -Uso de tecnologias ambientalmente amigáveis. - Avaliar as propriedades químicas da matéria-prima para definir os possíveis impactos. -Uso eficiente das instalações de produção e infraestrutura. - Garantir a durabilidade dos produtos. - Escolha de recursos para reduzir o uso de recursos não-renováveis. - Instalar fontes produtoras de energia renovável. 	<ul style="list-style-type: none"> -Capacitação com enfoque de gerar novas oportunidades. -Treinamento contínuo. -Contribuição para o desenvolvimento social de toda a comunidade interada com a empresa. - Respeito e igualdade a diversidade cultural. -Aumento da oportunidade de emprego. - Gerar informativos sobre os impactos causados e os reduzidos. 	<ul style="list-style-type: none"> -Abordagens que disseminam o conhecimento relacionado à sustentabilidade na organização. -Gestão da sustentabilidade corporativa. - Projetar produtos para a economia de energia através de mecanismos que equilibram o emprego deste.

Tabela 37 – Empresa 2: direcionamentos 3BL.
Fonte: Autora.

Por ser uma forma de iluminação muito menos agressiva ao meio ambiente, trocar as lâmpadas convencionais pelas de LED é uma forma de contribuir com o desenvolvimento sustentável, pois além de serem ecologicamente corretas, são mais econômicas e duráveis. O potencial de economia das lâmpadas de LED pode variar entre 50% a 90% no consumo ao final do mês comparado ao gasto das lâmpadas incandescentes. Pois, a iluminação LED aproveita até 95% da energia disponibilizada, ou seja, quase não desperdiça energia em forma de calor. Quando comparada às lâmpadas fluorescentes, a economia é de cerca de duas vezes mais. Outra vantagem deste tipo de iluminação é a segurança e facilidade de manutenção, por quase não produzir calor, são lâmpadas que não queimam a pele na realização de trocas ou ajustes. E, por serem feitas de plástico, não possibilitam a ocorrência de cortes, garantindo maior segurança no manuseio. Também são mais seguras para a saúde uma vez que não emitem radiação ultravioleta ou infravermelha, não causando danos aos olhos e à pele.

No aspecto durabilidade, as lâmpadas de LED também apresenta o melhor resultado. A vida útil das LED pode chegar a 15 mil horas, que significa um funcionamento de mais de 10 anos. Podendo durar seis vezes mais que as fluorescentes, que costumam ter vida útil de seis a oito mil horas. E vida útil entre 10 a 14 vezes mais do que as incandescentes, com cerca de mil horas de uso. Desta forma, por possuir uma vida útil tão longa, as lâmpadas LED consomem menos recursos naturais em sua fabricação, por exemplo: como sua durabilidade pode ser de até seis vezes mais, são retirados seis vezes menos recursos do meio ambiente; recursos como o alumínio usado nas roscas das lâmpadas. Em mais, tem baixo custo de manutenção e são mais resistentes a ligações e desligamentos repetidos.

O projeto deste tipo de lâmpada visa o ciclo fechado, uma vez que o material empregado nas lâmpadas de LED podem ser 100% reciclado, ou seja, são matérias-primas que não contêm metais pesados, como chumbo e mercúrio. Isto facilita a aplicação das estratégias 4 (estender a vida dos materiais) e 5 (facilitar a desmontagem) da análise do ciclo de vida.

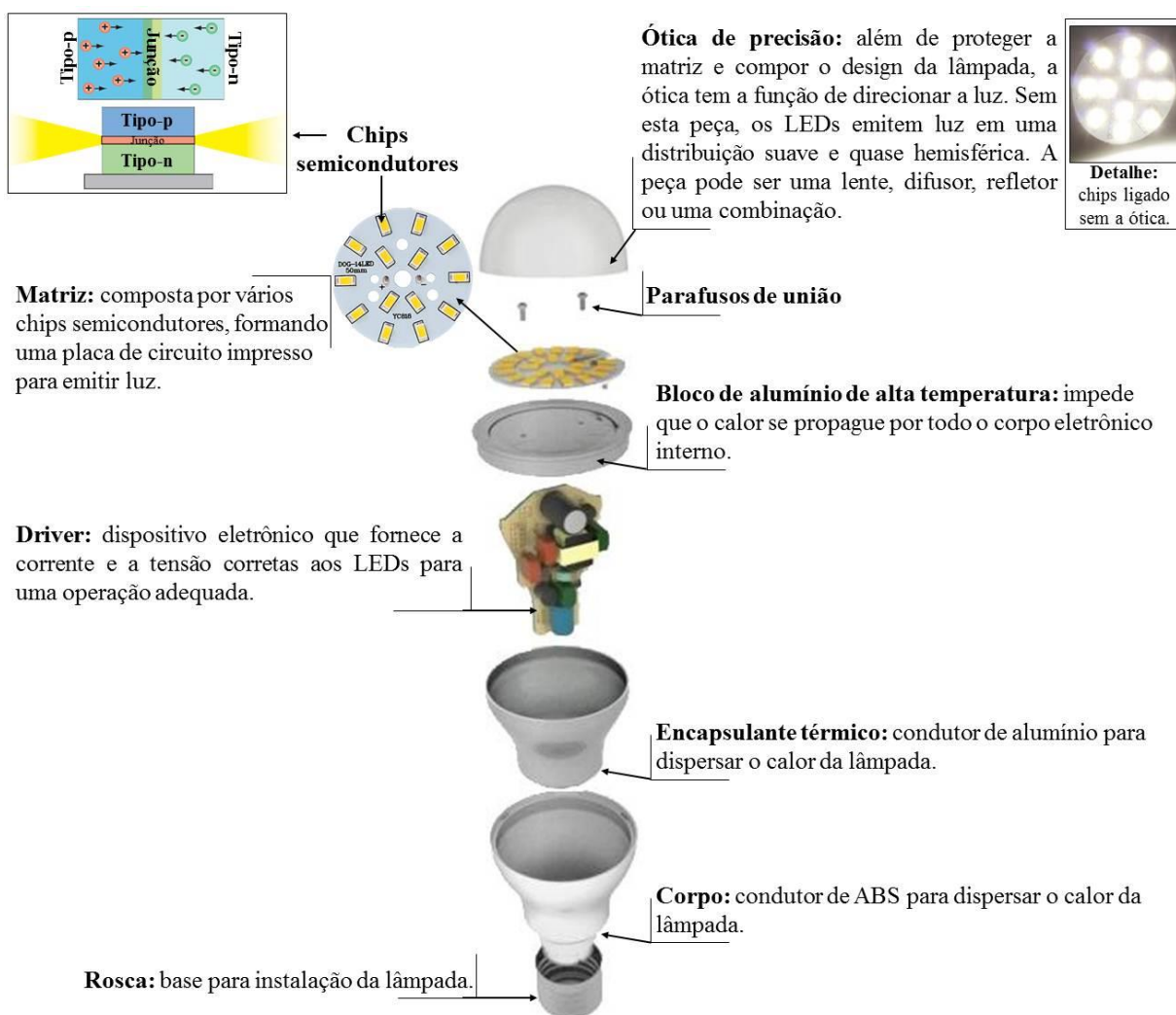


Figura 32 – Infográfico lâmpada LED.

Fonte: Autora.

Diferente das lâmpadas comuns, as lâmpadas LED não possuem filamento e nem utilizam reator (conforme ilustra a figura 32). Ela é um componente eletrônico de cristal semicondutor, ou seja, é um diodo emissor de luz que transforma a energia elétrica em luz através de sua matéria. Quando o LED recebe a corrente elétrica, produz luz pelo processo chamado eletroluminescência, onde movimentos dos elétrons do chip semicondutor são estimulados. Neste processo, os dois terminais do diodo: tipo-p (ânodo, que tem tensão positiva) e tipo-n (catodo, que tem tensão negativa), criam uma junção PN que permite

convertem a energia elétrica em fótons (luz). Como este processo não se baseia na incandescência de filamentos metálicos nem na transformação de gases, mas na simples agitação dos elétrons, seu componente mais importante é o chip semicondutor. Este chip condutor fica ligado a um dissipador térmico e a uma base cerâmica. Por fim, o conjunto recebe uma ótica que além de protege o chip e dar o formato à lâmpada, também modula os feixes de luz para o ângulo desejado.

Para a produção de luz branca, como é o caso da lâmpada analisada, os chips semicondutores geralmente são leds emissores de cor azul revestidos com uma camada de fósforo do mesmo tipo usado nas lâmpadas fluorescentes, que absorve a luz azul e emite a luz branca. Neste caso, o chip semicondutor é feito a partir de uma mistura de nitreto de gálio (GaN) e nitreto de índio (InN), formando o nitrilo de índio e gálio (InGaN).

No avanço da aplicação do método, seguiu-se para a microfase Planejamento Estratégico – PE, para o desenvolvimentos das operações e produções da empresa 2 pelo viés sustentável aplicado ao produto dependente lâmpada LED. Desta forma, foram trabalhados na estratégia corporativa os parâmetros estratégia, organizacional e motivação. No primeiro parâmetro – estratégia, elemento abordagem – o plano de ação inicial foca na totalização do enquadramento no nível 4I. Para tanto, foi mencionada a necessidade da sustentabilidade ser acrescentada à missão da empresa. Assim, a missão da empresa 2 precisaria ter a perspectiva que a *sustentabilidade é o fator essencial para melhorar a vida das pessoas através de inovações relevantes, que não significa somente “nova tecnologia”*. Isso pode significar também uma nova aplicação, um novo modelo de negócio ou uma proposição do consumidor desencadeada por uma parceria inovadora. Em seguida, a fim atingir o nível 5I de maturidade, a empresa 2 deveria ampliar o seu escopo de integrar a sustentabilidade, assim mantendo como sua missão: *melhorar a vida das pessoas através de uma inovação sustentável significativa*, ou seja, a sustentabilidade passa a ser a base para a melhoria contínua da empresa e a razão para o mantimento das suas operações, logo, esta alteração também se aplica ao quarto elemento deste parâmetro (importância).

Mediante esta mudança, a empresa 2 também necessitaria alterar seu objetivo (segundo elemento) de: *lutar por um mundo mais saudável e sustentável através da inovação*, para: *usar as capacidades de inovação para oferecer soluções que atendam as necessidades dos usuários e tornem o mundo mais saudável e sustentável*. E como valor, decidir por projetos que propiciem resultados sustentáveis ao longo prazo como, por exemplo: aplicar o conceito de economia circular. E, visando cumprir com a missão, o estudo aqui presente elaborou os objetivos que a empresa 2 poderia determinar. São objetivos que agem em

múltiplas áreas do negócio incluindo áreas de desenvolvimento de produtos, como: comitê de sustentabilidade, diretoria executiva e conselho de administração da companhia, equipe de design, marketing, produção. Gerando incentivo e apoio da alta administração para manter a cooperação entre estas equipes, gerando equipes interdisciplinares ao longo da cadeia de inovação. Os objetivos são:

Objetivos	3BL
1) Desenvolver negócios para proposições de produtos de valores circulares	
2) Gerar valor ao produto por meio da inovação no modo de uso de matérias-primas sustentáveis, logística reversa.	
3) Gerar conhecimento e capacitação aos colaboradores e demais envolvidos sobre a economia reversa, através de conceitos como uma colaboração de balanced scorecard.	
4) Implantar contínuas melhorias sustentáveis na infraestrutura da empresa para facilitar a logística reversa.	
5) Estruturar a cadeia de fornecedores com parceiros que buscam co-criar e cooperar com a economia circular.	

Tabela 38 – Empresa 2: redefinição dos objetivos.
Fonte: Autora.

Com a redefinição dos objetivos, a empresa estaria habilitada para trabalhar com o elemento apoio, ou seja, divulgar a economia circular para engajar os envolvidos perante o novo objetivo, a missão e os valores da empresa 2. Visando a co-criação e metas que buscam mais que resultados financeiros, como, a eficiência energética. Para a empresa 2 a economia circular representaria uma inovação radical que requer uma nova geração de materiais, bem como processos de desenvolvimento e produção. Assim como, a reorganização dos negócios, uma vez que o foco da atividade comercial troca de vender produtos para vender o uso como um serviço. Portanto, o elemento apoio é o responsável por elaborar uma cultura de liderança que integre o pensamento sistemático que substitua a ideia de propriedade pela ideia de uso com valor agregado mais atraente, priorizando, por fim, a transformação de consumidores em usuários, ou seja, alterando comportamentos sociais.

Para desenvolver este elemento, uma metodologia que pode ser empregada é o *Balanced Scorecard* - BSC (Indicadores Balanceados de Desempenho). Conjuntamente, os elementos gestão de informação, comunicação e gestão de conhecimento do parâmetro organizacional estarão sendo trabalhados.

O BSC é uma metodologia voltada à gestão estratégica das empresas que pressupõe que a escolha dos indicadores para a gestão deve se basear em resultados econômico-financeiros, de mercado (clientes), desempenho dos processos (colaboradores), inovações e tecnologia. A junção destes resultados visa criar valor com ativos intangíveis pertencentes às empresas, promovendo o alinhamento dos objetivos estratégicos, que significa o

posicionamento de mercado assumido pelas empresas para atingir uma situação futura. Estimulando a comunicação (elemento 2, parâmetro organizacional), maior transparência e consenso em relação a tomada de decisão (quinto elemento do parâmetro estratégia). No caso, com a mudança de venda de produtos para venda de serviço, a empresa 2 se enquadraria no perfil da segunda estratégia genérica de competição de Porter (1986), descrita na fundamentação teórica: diferenciação, pois seu foco é em manter uma vantagem competitiva por meio de produtos/serviços diferenciados em qualidade e funcionalidade, auxiliando a manter seus usuários leais e dificultando a entrada de novos concorrentes.

Em continuidade ao PE, a estratégia tecnológica e de produto são conjuntamente abordadas para trabalhar com os planos de ação dos parâmetros parcerias e operacional. No parâmetro parceria, como mencionado anteriormente, a empresa 2 já desenvolveu e aplicou uma gestão de fornecedores própria que melhor agregar e controlar as atividades das empresas parceiras em relação a sua missão e propósito. Então, a empresa 2 possui uma facilidade neste parâmetro para o avanço na maturidade, haja vista que se trata de uma melhoria continua em um processo já desempenhado.

Tendo como alvo a economia circular, as auditorias e ampliação da cartela de fornecedores deve almejar a aquisição de insumo recicláveis e reciclados, possibilitando a execução de ciclos cascata para fechamento do ciclo da vida dos produtos a partir do tratamento e da redistribuição econômica destes produtos, componentes e materiais de alta qualidade e alto volume. Ainda, como o ciclo de auditoria da empresa 2 acontece durante três anos, este é o tempo disponível para realizar a mudança. A figura 33 ilustra a estrutura da gestão dos fornecedores da empresa 2.

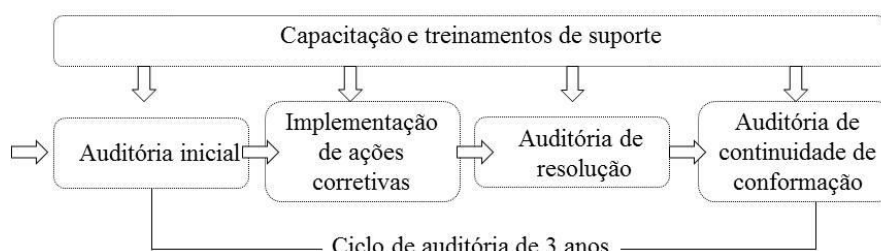


Figura 33 – Gestão de fornecedores: empresa 2.

Fonte: Autora, baseado nas informações dispostas pela empresa 2.

Finalizando o PE, o parâmetro operacional como anteriormente argumentado, direcionaria os esforços da empresa 2 para a economia circular. Resultando na reestruturação de todos os processos operacionais, bem como de design, produção e fornecimento, permitindo múltiplos ciclos de vida com perda mínima de valor, qualidade e energia. Para o desenvolvimento de competências centrais em design circular para facilitar a reutilização, a

reciclagem e o aproveitamento em ciclos longos e em cascata dos produtos. Em vista disso, a seleção de materiais assume um papel crítico no projeto de produtos. Assim, a empresa 2 para cumprir com as cinco estratégias de processo poderia assumir como princípio de suas operações os seguintes critérios:

- Estratégia 1: eliminar o uso de matérias tóxicos e não renováveis.
- Estratégia 2: recuperar materiais valiosos dos resíduos para serem reutilizados em novos produtos.
- Estratégia 3: projetar para a manutenção, assistência técnica, atualizações tecnológicas (substituição ou reparação dos componentes principais dos produtos) para ampliar a vida e tornar possível a reutilização.
- Estratégia 4: recuperando componentes de produtos existentes para criar produtos novos ou reutilizados.
- Estratégia 5: desenhar para facilitar a desmontagem a partir de componentes padronizados, juntas de encaixe e identificação da composição dos componentes.

Assim sendo, a gestão de operação da empresa 2 visaria executar as fontes de criação de valor para a lâmpada LED, conforme ilustram a figura 34.

Desta maneira, os insumos podem ser utilizados por dois ciclos (longo e cascata). Nos círculos longos, o propósito seria utilizar o material reciclado ao máximo de tempo possível, por meio da prestação de serviço ao usuário, ou seja, disponibilização de reparos e atualizações, oferecendo oportunidades para a extensão do ciclo de vida. Neste direcionamento, a separação de peças também prorroga o ciclo de vida e intensifica o uso das partes que ainda estão em condições de uso, atuando para a minimização de extração de recursos. Por fim, quando os componentes da lâmpada LED não estiverem mais disponíveis para uso, estes podem ser reciclados por meio dos ciclos biológico e técnico. Encerrando o funcionamento do círculo longo e possibilitando o reemprego destas matérias-primas no ciclo cascata, onde o segundo uso dos insumos pode ocorrer na produção de peças de outros produtos de mesma linha ou outros segmentos da empresa 2. Também, após a escassez de utilizações, a empresa 2 pode enviar os resíduos para empresas parceiras especializadas no reaproveitamento dos descartes para a produção de novas matérias de suprimentos. Em outras palavras, ao mesmo tempo que a empresa 2 atua para a redução do número de extrações, consumo de energia, recursos hídricos, mão-de-obra, etc. Ainda exerce o planejamento de zero desperdício e descarte, tornando suas operações mais limpas e entregando uma inovação

radical ao modo de consumo de seus produtos, capaz de alterar comportamentos e gerar um posicionamento único perante o mercado. Agregando vantagem competitiva através da diferenciação, qualidade de luz, preço acessível e economia de energia. Desta maneira, os planos de ação elaborados abrangem os 3 pilares da sustentabilidade: estratégia corporativa (social e financeiro), tecnológica (social e ambiental) e produção (ambiental).

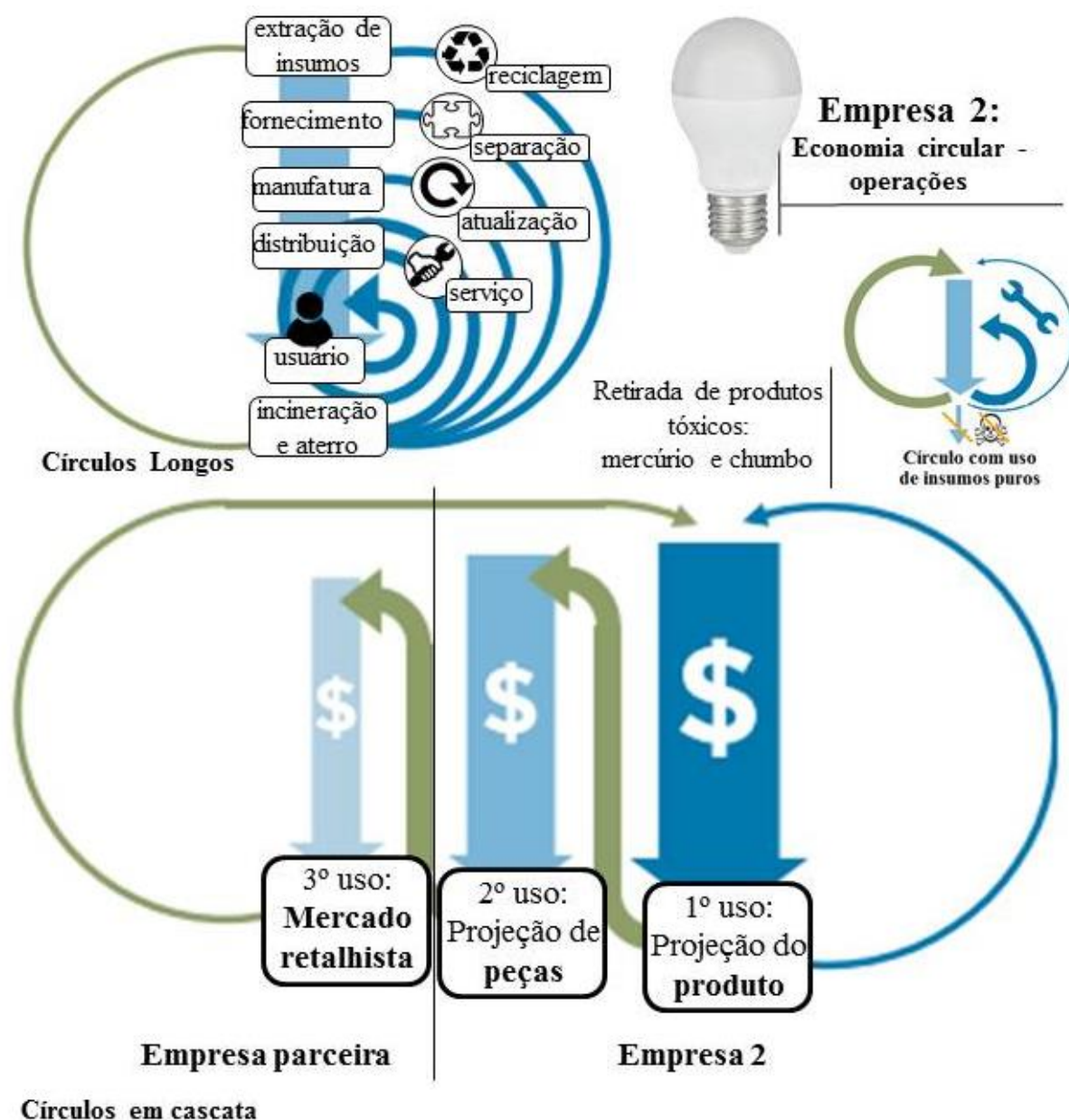


Figura 34 – Infográfico economia circular: operações.
Fonte: Autora.

Baseando-se no PE, o Projeto para a lâmpada LED (segunda microfase) descreve na etapa informacional os materiais utilizados no produto, ilustrado na figura 31, junto com as alternativas que podem ser selecionadas. A maioria dos materiais que constitui o produto da empresa 2 são derivados do petróleo. Tanto o policarbonato (PC) quanto acrilonitrila

butadieno estireno (ABS) são classificados como termoplásticos, ou seja, são plásticos que amolecem quando aquecidos e endurecem quando esfriados, voltando ao estado original, porém com o formato moldado. Ambos têm boa aceitação a corantes e aceitam misturas, gerando uma vasta gama de possibilidades de efeitos físicos e uso.

O PC é um termoplástico de “engenharia”, o que significa que tem melhores propriedades mecânicas do que os polímeros “comerciais” mais baratos, como o acrílico e o poliéster. Suas principais características são a ótima transparência ótica (até 90%), boa tenacidade e rigidez (200 vezes maior que o vidro), capacidade de bloquear a passagem das radiações ultravioleta, ser leve, ter facilidade de modelação em diversos formatos sem precisar de emendas, suportar altas temperaturas (-50°C à +135°C) e ter combustão com o uso de uma fonte, ou seja, tem certa dificuldade de inflamar. Tais qualidades são oriundas da união de anel de benzeno com estruturas de carbonato. Com isso o PC tem sido empregado em vasta diversificação de produtos, tais como: CD/DVD; capacetes, para-choque e peças da carroceria de automóveis; carcaças de alguns eletrodomésticos como secadores de cabelo, torradeiras, impressoras, revestimento interno de refrigeradores, etc. Sua principal deficiência é a falta de resistência a produtos químicos abrasivos. Pela avaliação sustentável, a manipulação do PC requer um alto consumo energético, mas não gera outros danos ao meio ambiente e pode ser diversas vezes reciclado ou reforçado (ASHBY e JOHNSON, 2011).

O acrilonitrila butadieno estireno (ABS) é composto pela combinação de três monómeros: *acrilonitrila* (monómero sintético produzido a partir do hidrocarboneto propileno e amoníaco), *butadieno* (alceno obtido da desidrogenação do butano) e *estireno* (extraído da desidrogenação do etilbenzeno, um hidrocarboneto aromático oriundo da reação do etileno com obenzeno). A proporção da composição depende da utilização final do produto para que o ABS é destinado, as varia entre: acrilonitrila para dar resistência térmica e química (20% a 30%), butadieno gera flexibilidade e resistência (20% a 30%) e estireno para agregar brilho (20% a 60%) (ASHBY e JOHNSON, 2011).

O ABS se destaca por ser o termoplástico mais resistente ao impacto, tornando-o mais durável. Igualmente ao PC, o ABS também tem boa pigmentação e modelação, é leve, resistente ao calor e a baixas temperaturas, tem propriedades de isolante elétrico. Mas se diferencia por ter alta resistência à abrasão química. Outro ponto atrativo é o preço baixo e possibilidade de reciclagem. Já na perspectiva da sustentabilidade, o ABS não é o material mais indicado para uso, pois o monómero acrilonitrila é tão venenoso quanto o cianeto. Necessitando a adição com o estireno para estabilizar-se.

O PC e ABS podem ser coloridos e moldados a partir de processo de extrusão e por injeção. O processo de modelagem por injeção consiste na colocação dos polímeros em granulados dentro de um recipiente da máquina de injeção por rosca sem fio (figura 35). O recipiente receptor possui uma interligação com a rosca sem fim, onde os gramulados são derretidos e misturados (quando desejado). A pasta resultante é despejada no molde projeto, solidificando-se sob pressão e sendo dispensada. Este procedimento é o mais utilizado para produção de peças pequenas de termoplásticos em escala, principalmente porque permite modelação precisa e complexa. Pela perspectiva sustentável, no aspecto financeiro a modelagem por injeção é mais atrativa para a produção em escala devido ao alto custo do maquinário. No pilar social, por ser um processo que pode ser automatizado, ajuda e evitar acidentes de trabalho. Pelo viés ambiental, o procedimento causa a poluição do ar do ambiente local pela dispersão de vapores voláteis e pó de resina (ASHBY e JOHNSON, 2011).

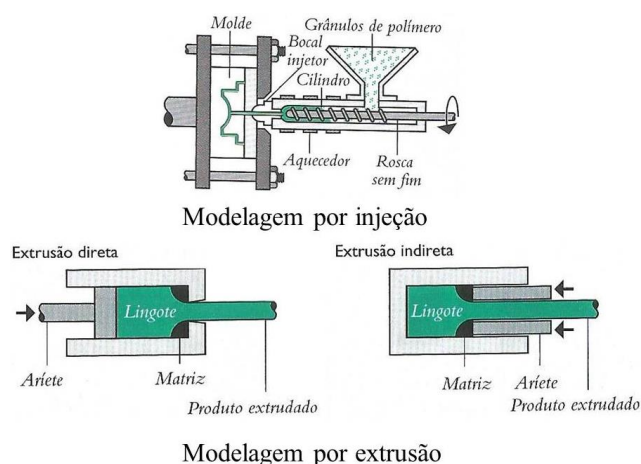


Figura 35 – Processos de modelagem.
Fonte: Ashby e Johnson, 2011.

O procedimento de modelagem de termoplásticos por extrusão incide no derretimento dos granulados, depois a massa é colocada no molde e com pressão adquire o molde desejado. Em síntese é um processo similar ao anterior, no entanto, se diferencia por restringir-se a formas prismáticas e possibilitar duas maneiras de operar: direta e indireta (figura 35). A extrusão direta é quando o molde permanece parado e o material utilizado é forçado a passar. Já na extrusão indireta é o molde quem se locomove e comprime o material. Do ponto da vista da sustentabilidade, este procedimento é mais limpo que a injeção, pois não causa nenhum dano ao meio ambiente. No pilar financeiro é um procedimento mais viável para polímeros em termos econômicos e mais eficiente no uso de metais. No aspecto social, se assemelha ao anterior (ASHBY e JOHNSON, 2011).

Como já mencionado anteriormente, ambos os termoplásticos podem ser reciclados, e não são tóxicos, apesar de seus monômeros serem. Por serem derivados do petróleo, o emprego destes insumos tem sido criticado, uma vez que o petróleo é um recurso não renovável e de difícil degradação. Entretanto, devido aos altos índices de materiais derivados do petróleo estarem sendo diariamente desperdiçados, o reemprego destes insumos pode representar uma solução à massa depositada em aterros. Ainda, há opções mais sustentáveis, os chamados polímeros biodegradáveis oriundo do amido de milho e da cana-de-açúcar. Contudo, estas opções ainda não são economicamente e em quantidade de produção viáveis. Assim, a reciclagem dos polímeros é a melhor opção para a obtenção destes dois insumos empregados na lâmpada LED da empresa 2. Para tanto, as operações de reciclagem podem ocorrer de forma química ou mecânica.

O procedimento de reciclagem química consiste na separação química das matérias quando não há como reutilizar a matéria-prima misturada. O resultado é um componente que deve ser utilizado para formar uma nova composição. A reciclagem mecânica incide em processos mecânicos para a separação, higienização e homogeneização dos insumos. Pode empregar métodos como a extrusão, injeção, prensagem, entre outros.

O segundo tipo de material empregado na lâmpada LED é a liga de alumínio da rosca de encaixe localizada na base do artigo. O alumínio é um material leve, forte, fácil de trabalhar, tem boa condutividade elétrica e é resistente a ferrugem por ser um metal reativo. No entanto, para a sustentabilidade, a extração demanda de muita energia e seu preço é moderado. Mas, quando reciclado o custo energético reduz consideravelmente (ASHBY e JOHNSON, 2011). Se fosse o propósito de substituir este insumo, a opção mais viável em termo de finalidade e qualidade é o cobre, porém o zinco utilizado em sua liga libera um vapor tóxico quando é processado, causando riscos a saúde dos trabalhadores e ao meio ambiente pela contaminação.

Além destes componentes, a lâmpada LED contém outros materiais empregados na sua estrutura elétrica. Nesta estrutura, especialmente a matriz, são localizados materiais como: alumínio, cobre para as resistências e cabos e elementos mais caros, como índio e gálio que ficam no chip semicondutor. Por todos eles possíveis de serem reciclados, não há necessidade de substituí-los. Pois ainda não há substitutos para os compostos químicos à produção da luz branca. E, em suma, são os elementos químicos mais ecoeficientes disponíveis para este fim.

No processo de montagem da lâmpada LED, a empresa 2 declara que não utiliza nenhum parafuso ou cola para junção. No lugar, é empregado o processo de soldagem ultrassônica (figura 36), capaz de produzir soldas rápidas, fortes, limpas e confiáveis tanto em

polímeros como em metais. O tempo estimado para a solda é curto, cerca de 3 segundos, e a temperatura para a junção é baixo, não gerando danos ao material. Pela avaliação sustentável, a solda ultrassônica é limpa e economicamente viável (até 1000 peças podem ser unidas por hora). Não gera nenhum vapor, não usa produtos químicos, não possibilita riscos elétricos e tem alta eficiência energética. Porém, ao analisar seu uso pela respectiva da reciclagem, este processo dificulta a separação das peças, não sendo o tipo de junção mais indicado para produtos com fins de ciclos de vida longos. Em substituição pode ser usada a junção por encaixe (figura 36), uma união mecânica que não aplica calor ou outros materiais, é rápida e barata, pois é feita na modelagem das peças. Reduzindo o número de operações e custos associados.

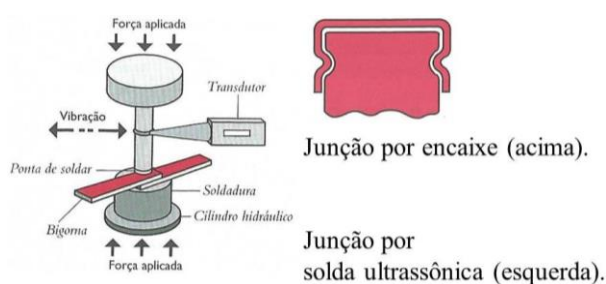


Figura 36 – Tipos de junção.
Fonte: Ashby e Johnson, 2011.

Em continuidade ao quarta etapa, o Projeto Conceitual e Detalhado, é definido que dentre as soluções encontradas, o produto lâmpada necessita de maiores alterações na seleção de materiais, recursos e processos do que em seu design. Logo, estabeleceu as seguintes decisões:

Produto / Processo	Tomada de decisão	Estratégia	Objetivo da empresa 1	3BL
PC	Oriundo da reciclagem	1 3 4	1 - 2 - 5	▲▲▲
ABS	Oriundo da reciclagem	1 3 4	1 - 2 - 5	▲▲▲
Alumínio	Oriundo da reciclagem	1 3 4	1 - 2 - 5	▲▲▲
Componentes eletrônicos	Minimizar o uso de recursos e eliminar produtos tóxicos	1 2 3 4	1 - 2 - 3 - 5	▲▲▲
Extrusão	Não causar danos ambientais.	1 2	1 - 2 - 3 - 4 - 5	▲▲▲
Junção por encaixe	Facilidade para desmontar	2 5	1 - 2 - 3 - 4 - 5	▲▲▲
Reciclagem	Ecoeficiência do uso de insumos e neutralização dos impactos	2 4 5	1 - 2 - 3 - 4 - 5	▲▲▲

Tabela 39 – Projeto: empresa 2.
Fonte: autora.

Ainda como parte do projeto, visando o ciclo de vida longo, a lâmpada LED pode receber como atualização a troca de seu sistema elétrico, composto pela matriz de chips semicondutores, driver, ótica e encapsulantes, pela tecnologia do sistema elétrico OLED.

Similarmente ao LED, os OLEDs (*Organic Light-Emitting Diodes*) também é um dispositivo eletroluminescente capaz de gerar luz com diversas cores. Contudo, são diferenciados por serem diodos orgânicos emissores de luz e por não ser um ponto, mas uma superfície eletroluminescente que garante a eficiência no uso do recurso energético através da distribuição da luz por uma área maior.

Podem atingir 20.000 horas de vida útil e eficiência energética acima de 30 lumens por watt, abordando o desenvolvimento sustentável de produtos pelas 5 estratégias: (estratégia 1) minimização do uso de recursos, redução do número de componentes, do consumo de energia e eliminação de insumos tóxicos; (estratégia 2) aplicação de processos de baixo impacto ambiental; (estratégia 3) extensão do tempo de vida útil dos produtos; (estratégia 4) reciclagem dos insumos e (estratégia 5) facilidade para a desmontagem e separação dos componentes.

Apesar da tecnologia OLED ainda não ser difundida, esta teve seu desenvolvimento inicial nas décadas de 1960 e 1970. Atualmente, as disposições iniciais da tecnologia OLED esta sendo empregada em alguns eletrônicos como: televisores, monitores, celulares, entre outros. Assim como no setor de iluminação. Na iluminação, o OLED apresenta uma nova estrutura de base, por ser uma superfície, seu design é um painel que pode ser flexível e projetado em vários formatos, conforme mostra a figura 37.



Figura 37 – Painel OLED e sua aplicação.
Fonte: autora.

Como os OLED representam uma evolução na tecnologia LED, seu funcionamento também ocorre através da passagem da corrente elétrica por semicondutores. Porém, além destes semicondutores serem orgânicos, não são pontos (como os chips colocados em uma matriz), são camadas extremamente finas que dão origem a superfície comentada anteriormente.

O painel de OLED tem como estrutura básica o conjunto com a combinação de pelo menos estas camadas: uma camada de cátodo (atua na injeção dos elétrons - carga negativa), uma camada emissiva (produz os fótons para emitir a luz) e uma camada de ânodo (para remoção dos elétrons - carga positiva), sobrepostos ao material de suporte. No entanto, o número de camadas pode variar dependendo do projeto de cada fabricante, cor da luz emitida e o grau de eficiência desejado. A camada de cátodo é produzida com alumínio ou prata, a camada de suporte pode ser de vidro (painel rígido) ou polímero (painel flexível) e a camada de ânodo é uma composição de óxido de índio e estanho. A geração de luz acontece quando a corrente elétrica é recebida pela camada cátodo e se desloca direção à camada ânodo por meio da camada emissiva, causando a luminescência do material (figura 38) (MEERHEIM *et al.*, 2009).

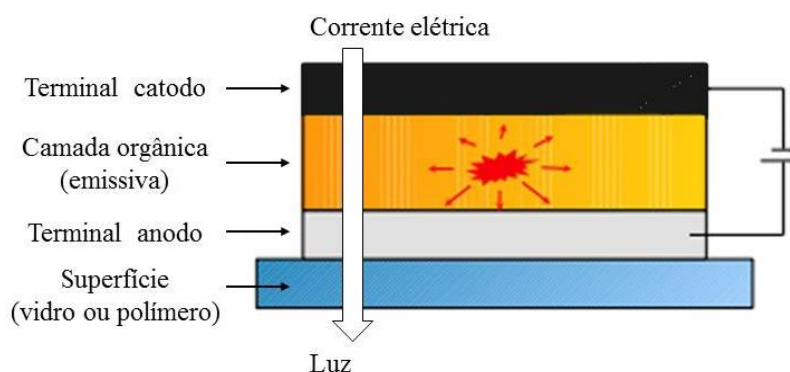


Figura 38 – Estrutura OLED.

Fonte: Reineke *et al.*, 2013 (adaptado pela autora).

Há dois tipos de processo para fabricação do painel de OLED: (1) por meio da deposição física a vapor ou (2) a impressão a jato de tinta. No primeiro processo são transportadas moléculas orgânicas para o substrato frio através do emprego de um gás de transporte inerte aquecido. Neste processo, a qualidade das camadas orgânicas depende da temperatura e da pressão do gás transportador. No segundo processo, uma plataforma móvel pulveriza o substrato selecionado, “tinta”, sob as camadas (PARDO *et al.*, 2000). Portanto, observa-se que a linha de produção de painéis OLED baseia-se em quatro segmentos: preparação do substrato, deposição orgânica e metálica (podem acontecer simultaneamente), encapsulamento (revestimento proteção contra oxidação das camadas) e conexão (instalação elétrica).

O uso dos OLEDs na iluminação tem atraído o interesse de grandes empresas do setor, principalmente depois do desenvolvimento do chamado *White* OLEDs (WOLEDs), que são capazes de emitir luz branca com diferentes temperaturas de cor. Aqui se encontra mais um

diferencial do OLED para a LED, enquanto as lâmpadas LEDs necessitam do revestimento de fósforos em seus chips para a emissão da luz branca, os painéis de OLED podem produzir a luz branca por intermédio de métodos de mistura de cores ou a partir da conversão espectral, ou seja, podem optar pela intervenção de um componente químico ou não. Quando a escolha é a eliminação do uso do fósforo, a OLED tornando-se uma tecnologia ainda mais limpa e mais eficiente já que não desperdiça energia durante a conversão do comprimento de onda (MAZZEO, 2010).

Na técnica de mistura de cores, também denominada de Tandem (figura 39), são empregadas múltiplas camadas emissoras de diferentes cores em um único painel, quando a energia atravessa essas camadas causa a co-evaporação dos materiais emissores, gerando sensação visual da cor branca. Uma combinação básica de cores com este efeito pode ser obtido pela mistura de duas cores complementares (azul e amarelo), ou três cores primárias, (azul, verde e vermelho). A principal vantagem agregada a esta técnica é o aumento de brilho sem elevar a densidade de corrente (REINEKE et al., 2013; MAZZEO, 2010).

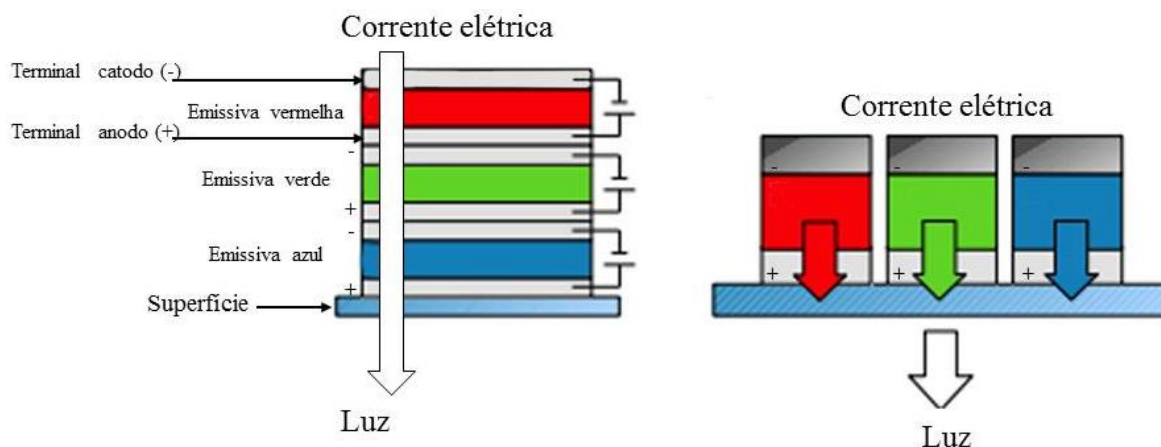


Figura 39 –WOLED por mistura de cores.
Fonte: Reineke *et al.*, 2013 (adaptado pela autora).

Na emissão de luz branca a partir da conversão de espectro, a estrutura elaborada é mais simples em relação a anterior, pois esta substitui o conjunto de múltiplas camadas pelo emprego de algum dispositivo capaz de converter a emissão da cor azul ou ultravioleta em luz branca. O dispositivo mais popular utilizado é o revestimento por fósforo, como mostra a figura 40. Entretanto, o processo de conversão resulta na perda de energia e, conseqüentemente, reduz a eficácia do OLED (REINEKE et al., 2013; SO et al., 2008).

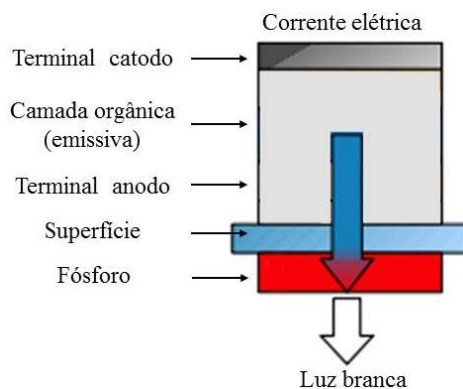
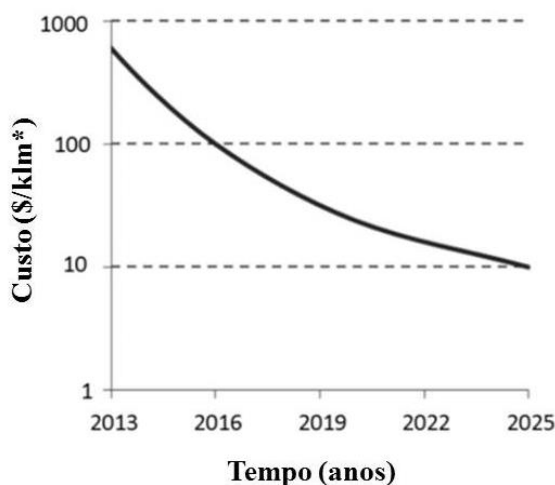


Figura 40 –WOLED por conversão de espectro.
Fonte: Reineke *et al.*, 2013 (adaptado pela autora).

Apesar da tecnologia OLED representar uma revolução no setor de iluminação, sua capacidade de gerar luz ainda é baixo da demanda e seu preço é inviável ao mercado atual, acarretando na projeção que futuramente, após a total adaptação ao LED, esta seja apresentada aos consumidores. Segundo o gráfico 5 do Departamento de Energia dos Estados Unidos, as luminárias OLED começaram a ter um custo mais próximo ao preço ideal a partir de 2025.



* kilolumen
Gráfico 5 – expectativa de redução do custo da tecnologia OLED.
Fonte: U. S. Department of Energy, 2015 (adaptado pela autora).

Tendo a etapa de Projeto concluída, segue-se para a penúltima etapa – Produção. Nesta fase, ocorre a elaboração do plano de produção composto das etapas de obtenção das matérias-primas, montagem, acabamento e embalagem. Baseando em todas as análises apresentadas até este ponto, descreve-se que para a produção sustentável do produto lâmpada LED são necessárias alterações da infraestrutura da empresa, visando a ecoeficiência e a neutralização dos impactos. Ainda, como o novo modelo de negócio que disponibiliza serviços aos usuários, o plano de produção também deve considerar o índice de peças a serem produzidas separadamente.

O processo de fabricação de lâmpadas LED é centrado em duas linhas de produção: do casco da lâmpada e a fabricação do circuito elétrico. Conforme descrito anteriormente, o processo para manufaturar o casco consiste em etapas simples onde são modeladas as partes que formam a lâmpada. Sendo assim, o melhor processo, avaliando os três aspectos da sustentabilidade é a extrusão, com moldes de junção tipo encaixe. Logo, a produção exclui a etapa de solda para união, poupando recursos e facilitando a desmontagem e separação dos materiais para a reciclagem.

Já o processo de fabricação do circuito eletrônico LED principia pela fabricação da matriz e segue para construção dos chips pela deposição de vapor químico. Depois, o próximo passo é a deposição de material de fósforo para converter a emissão de LED azul em luz branca, e a integração da matriz ao driver. Por fim, o circuito eletrônico é unido ao casco para formar a lâmpada final. Para melhor compressão e detalhamento, o processo de fabricação do circuito eletrônico LED é ilustrado pela figura 41.

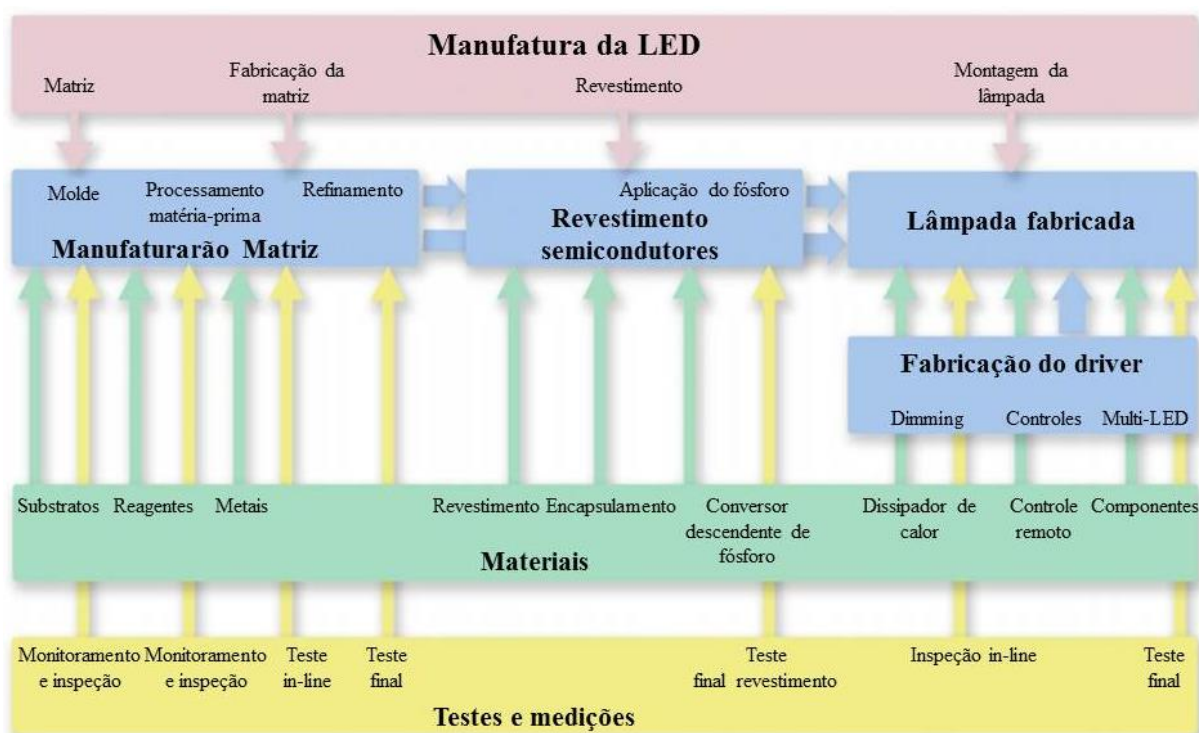


Figura 41 – manufatura da lâmpada LED.

Fonte: U. S. Department of Energy, 2016 (adaptado pela autora).

Com a disposição para a atualização da iluminação de LED para a OLED, o processo de manufatura deste tecnologia deve ser adotado (figura 42). Tal processo é separado em quatro etapas: (1) abrange a formação das camadas subjacentes nas quais os orgânicos são depositados, envolvendo o substrato, com camadas de barreira, se necessário, camadas de aprimoramento de extração e a estrutura do ânodo. É necessária uma inspeção cuidadosa do

substrato processado, de modo que quaisquer defeitos ou contaminantes que prejudicam a qualidade do produto possam ser identificados e reparados antes de serem adicionadas as camadas orgânicas; (2) depois, segue para a deposição das camadas orgânicas; (3) deposição do metal para criar o segundo eletrodo (camada do cátodo). Finalmente, (4) o painel é encapsulado e testado.

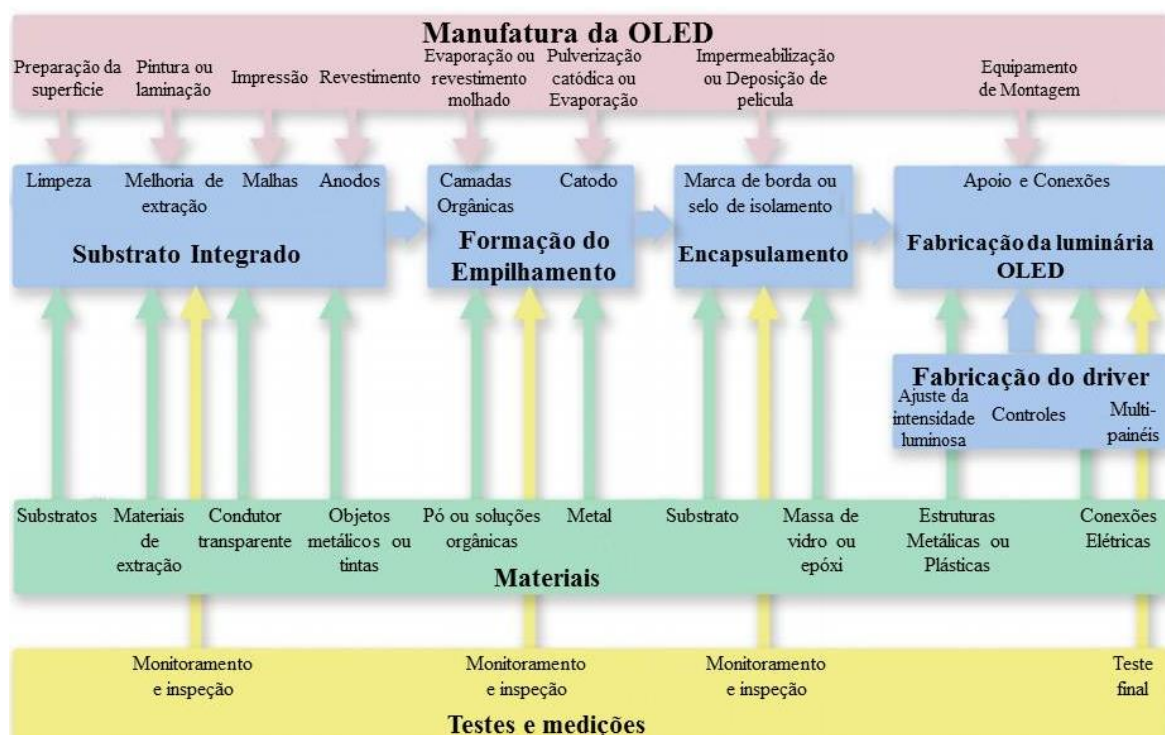


Figura 42 – manufatura da lâmpada OLED.

Fonte: U. S. Department of Energy, 2016 (adaptado pela autora).

Enfim, elabora-se o plano de marketing (sexto passo). Neste momento, a empresa 2 assumiria o escopo de agregar vantagem competitiva através do isolamento de seus produtos da concorrência pela divulgação da proposta de uso. Ou seja, o diferencial do produto da empresa 2 não se concentra apenas nos avanços tecnológicos acrescentado, mas na nova proposta de consumo, onde o consumidor após adquirir o produto se torna usuário dos serviços de manutenção disponibilizados. Com isso, a empresa 2 conseguiria estreitar o relacionamento com seu consumidor, gerando confiança e fidelidade.

Além das vantagens financeiras observadas ao destinatário final, o produto lâmpada LED, ao abordar a economia circular, auxilia a empresa 2 atingir seus objetivos de propor produtos com ciclo de vida C2C. Assim, a comunicação entre a empresa e seus interessados externos (clientes, investidores) deve sempre manter a transparência ao informar em quais aspectos e quanto foi o avanço de seus esforços para tornar a produção mais sustentável. Portanto, o uso de redes virtuais apresenta ser o melhor meio de comunicação tanto pela

velocidade de divulgação quanto pelo perfil de preferência de acesso a informação dos consumidores.

À vista disso, rerepresentado o mesmo produto (figura 43), podemos observar que seu design não precisou ser alterado para integrar aspectos da produção sustentável. Assim como, a qualidade do produto e conforto mantiveram o mesmo nível. Sendo, portanto, observado que melhorias seriam disponibilizadas por meio das atualizações e pelo novo modelo de negócio da empresa.

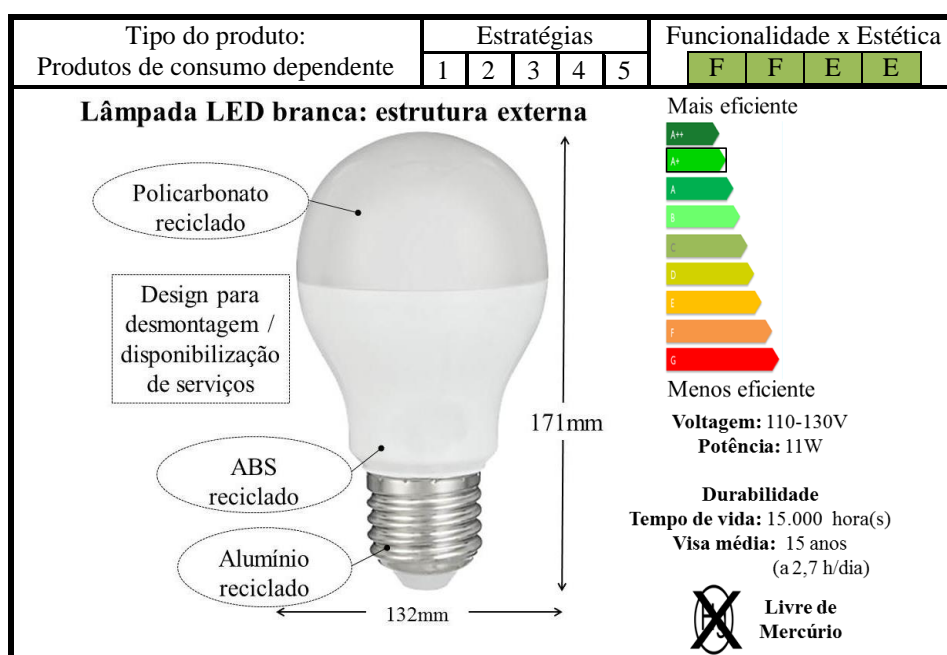


Figura 43 - Resultado do produto: empresa 2.

Fonte: autora.

Em análise geral, pode-se observar a partir do estudo de caso 2 que para integrar o desenvolvimento de produtos sustentáveis, a empresa 2 não necessitaria alterar o design ou características do produto. Pois, as mudanças mais significativas se concentram na implementação de mudanças para a melhoria do processo produtivo e modo de comercialização do produto, ou seja, do modo com que o produto é planejado, feito e utilizado. Elevando a integração da sustentabilidade de melhoria incremental para tema de base de desenvolvimento. Neste contexto, pode-se comparar que se a empresa 2 fabricasse o mesmo produto em análise (lâmpada LED) seguindo as orientações proposta pelo método PEPDIPS aqui apresentado, conseguiria atingir melhorias em:

Insumo/Processo	Melhoria
Suprimento das matérias-primas de todos os produtos em catálogo.	Com a inclusão da economia circular, a empresa 2 conseguiria melhorar a obtenção de matérias-primas para toda a sua cartela de produtos. Reduzindo o consumo de materiais primários e elevando o uso de insumos reciclados. Assim, a

	empresa 2 ganharia como resultado positivo a redução da volatilidade e o aumento na segurança em suprimentos, visto que a logística reversa empregada evitaria a exposição da empresa a preços voláteis e a extração não certificada de insumos, aumentando sua resiliência.
Produção	Otimização dos processos, melhor aproveitamento dos recursos e insumos com a integração ao processo de remanufatura, redução na geração de resíduos e dos custos produtivos.
Organizacional	Criação de plataformas colaborativas para a melhoria no engajamento dos envolvidos, geração de conhecimento, transparência e compartilhamento de informações entre os parceiros, incentivos diretos ao desenvolvimento e equidade social.
Plano de Marketing	Melhor interação com clientes e fidelização, uma vez que soluções circulares oferecem novos modelos de negócio que estabelecem uma relação de longo prazo com os clientes.

Tabela 40 – Resultados: empresa 2.

Fonte: autora.

Como conclusão ao estudo de caso 2, pode-se dizer que a proposição da economia circular exemplificada pela lâmpada LED eleva a maturidade da integração da sustentabilidade da empresa 2, uma vez que resulta em um modo modelo de negócio que proporciona um novo mercado, cujo objetivo é construir ciclos fechados de consumo. Portanto, é um modelo capaz de alterar os hábitos comportamentais dos consumidores e, para empresa 2, significaria uma nova forma de executar suas operações, gerando um diferencial nos aspectos de mercado, produto e custo. Sendo assim, as mudanças trabalhadas pela aplicação do método PEPDIPS demonstraram mais uma vez serem mais coerentes na fase de planejamento, sendo um desafio de projeto que deve ser solucionado com o empenho de equipes multidisciplinares, e não somente a cargo dos designers, por exemplo.

6 AVALIAÇÃO DO MÉTODO PEPDIPS

Para a avaliação deste estudo, foram desenvolvidos estudos de casos por grupos constituídos por especialistas de áreas diversas relacionadas ao processo de desenvolvimento de produtos. O enfoque de obter a avaliação a partir da aplicação do método foi agregar críticas de profissionais sob diferentes perspectivas, uma vez que o método proposto visa que a integração da sustentabilidade ao desenvolvimento de produtos ocorra por intermédio de equipes multidisciplinares. Ao todo, 33 especialistas participaram da avaliação, destes foram selecionados 11 relatórios de avaliação. O critério empregado para essa seleção foi a apresentação de respostas completas (respostas e comentários). A tabela 41 apresenta a formação dos especialistas participantes da avaliação do estudo.

Especialistas	Formação	Atuação	Tempo de formação
1	Engenharia de Produção Mestrando em Engenharia de Produção	Professor	5 anos
2	Engenharia Mecânica Mestre em Engenharia de Produção Doutorando em Engenharia de Produção	Engenheiro Mecânico	20 anos
3	Engenharia Mecânica Mestre em Engenharia de Produção	Engenharia de Processos	1 ano
4	Engenharia Elétrica Mestre em Engenharia de Produção Doutorando em Engenharia de Produção	Projetos	30 anos
5	Engenharia de Alimentos Mestrando em Engenharia de Produção	Engenheira de Alimentos	3 anos
6	Engenharia de Produção Mestrando em Engenharia de Produção Doutorando em Engenharia de Produção	Engenharia de Processos	5 anos
7	Desenho Industrial – Projeto de Produto Mestrando em Engenharia de Produção	Professor	2 anos
8	Engenharia de Produção Mestrando em Engenharia de Produção	Marketing e Desenvolvimento	2 anos
9	Engenharia Civil Mestrando em Engenharia de Produção	Marketing e Desenvolvimento	30 anos
10	Engenharia de Produção Mestrando em Engenharia Mecânica	Acadêmica	10 anos
11	Administração Mestrando em Administração	Professor	9 anos

Tabela 41 – especialistas participantes.
Fonte: autora.

O desenvolvimento dos estudos de casos iniciou-se pela exposição explicativa do método, onde foi apresentado aos especialistas o método e uma síntese da fundamentação

teórica empregada para a elaboração do estudo. Após, os grupos aplicaram o método tendo como amostra os mesmos relatórios das mesmas empresas utilizados na seção estudo de caso. Logo, os especialistas trabalharam com a mesma quantidade de informações obtidas para o estudo.

Para a avaliação da validade dos conceitos propostos no método e a estrutura de apresentação do método, foram propostas 9 questões objetivas, abertas para comentários, e uma questão para os especialistas apresentarem sua visão geral sobre os pontos positivos e os pontos que necessitam de melhorias (apêndice A apresenta o questionário aplicado ao grupo de especialistas). Como resultado, pode-se observar que para 81,2% dos especialistas avaliaram que o método PEPDIPS (numa ponderação de: não atende, pouco, parcialmente, quase totalmente, totalmente e não sabe/não opina) abrange quase totalmente os principais aspectos organizacionais relacionados ao PDP. Como comentário geral a esta questão, observou-se que o método poderia abordar alguns aspectos de modo mais específico, como: marketing, qualidade, logística e compra.

Com relação à segunda questão: quanto à sustentabilidade, como você avalia o desenvolvimento da integração proposta pelos níveis de maturidade, 64% dos especialistas categorizaram como muito bom (variação de resposta: muito ruim, ruim, regular, bom, muito bom, não sabe/não opina). Nesta questão, os argumentos mostram que os critérios utilizados para a distinção entre os níveis de maturidade são claro e objetivos. E que, pela perspectiva atribuída ao método, os especialistas conseguiram observar a importância que a fase de planejamento estratégico tem sobre o desempenho futuro da empresa em relação a sustentabilidade.

Para 91% dos especialistas o método PEPDIPS é aplicável (variação de resposta: não aplicável, pouco aplicável, parcialmente aplicável, aplicável, totalmente aplicável, não sabe/não opina). Como principal apontamento nos comentários encontra-se que a estrutura do método apresenta-se passível de utilização e para ser totalmente aplicável demanda de uma mudança na visão organizacional da empresa por parte de seus dirigentes. Este fator externo é abordado pelo estudo, mas seu cumprimento vai além do alcance acadêmico.

Quanto a utilização acadêmica do método, 45% responderam como aplicável, a segunda maior porção de resposta (37%) concentrou-se em totalmente aplicável. Pela visão geral, o método é interessante para o uso acadêmico porque agrega a avaliação global de uma organização. Quando a utilização em empresas, 55% opinaram como muito bom, argumentando que por ser um método didático, é de fácil aplicabilidade. Apresenta estrutura

lógica de melhoria, recomendado a evolução dos resultados primeiramente focando nos elos mais fracos.

Na sexta pergunta, a maioria dos especialistas avaliaram a clareza na descrição das etapas do método como bom (45%), seguido de muito bom (37%). Na questão 7, a maioria dos especialistas avaliaram a clareza na descrição dos cinco parâmetros de avaliação do método (estratégia, organizacional, parcerias, motivação e operação) como bom (64%). Eles destacaram que o texto expositivo é de fácil compreensão, claro e objetivo. Em seguida, os especialistas ponderarão sobre o grau de importância das etapas do método, resultando na análise que:

Etapas	Sem importância	Pouco Importante	Importante	Muito Importante	Essencial	Não sabe / Não opina
Reconhecimento			18%	37%	45%	
Compartilhamento			18%	72%	9%	
Planejamento Estratégico				37%	64%	
Projeto			37%	28%	37%	
Produção		9%	54%	18%	18%	
Apresentação			45%	28%	37%	

Tabela 42 – Avaliação do grau de importância das etapas do PEPDIPS.

Fonte: autora.

A questão 9, última questão, questionava quanto a facilidade na execução dos estudos de casos. Em resposta, 45% dos especialistas avaliaram como regular (variação de resposta: muito difícil, difícil, regular, fácil, muito fácil, não sabe/não opina). As respostas justificaram que por serem atividades enbasadas nos relatórios das empresas, foi preciso primeiro conhecer o contexto destas para depois iniciar as atividades. No entanto, apontaram que se fosse aplicado dentro da empresa, a execução seria mais fácil.

Por fim, os comentários gerais apontam que o método tem como ponto positivo a fácil compreensão, modo didático e lógico de execução que conduz a integração da sustentabilidade ao contexto organizacional e, conseqüentemente, ao PDP. Apresenta uma abordagem interessante sobre a estratégia e sustentabilidade. Em mais, alguns especialistas apontaram que o método representa um avanço dos modelos conceituais utilizados atualmente, sem descartar a importância de nenhum método tradicional de PDP. Permitindo que as soluções para cada função do produto sejam geradas baseadas em critérios pré-estabelecidos. Outro ponto positivo destacado foi o caráter de aplicação genérica,

possibilitando a utilização do método para qualquer tipo de produto desenvolvido por qualquer segmento de empresa. Em última análise, o principal ponto passivo de melhorias citado foi a expansão da avaliação qualitativa para o uso de critérios quantitativos, buscando tornar a aplicação do método mais sólida e tangível.

7 CONCLUSÃO

O desenvolvimento de produtos sustentáveis é considerado pelo corpo acadêmico como uma importante estratégia que as empresas devem utilizar para garantir a sua longevidade no mercado. Em virtude disso, ao longo das últimas décadas, foram apresentados diversos estudos sobre como desenvolver novos modelos de PDP direcionados ao desenvolvimento sustentável. Contudo, poucas foram as pesquisas dedicadas em sanar a lacuna de como aproximar o avanço acadêmico à realidade empresarial. Esta escassez ajudou a criar barreiras à introdução destes modelos, causando atrasos no desenvolvimento sustentável.

Com base neste contexto, o presente estudo buscou identificar como o planejamento estratégico pode ser empregado para propor soluções integradas às atividades tradicionais de projeto e mercado, reduzindo as margens de risco e insegurança. Por isso, esta pesquisa propôs o Método de Planejamento Estratégico do Processo de Desenvolvimento Integrado de Produtos Sustentáveis (PEPDIPS), e pode-se concluir que a aplicação do Método PEPDIPS contribuiu para:

I. Avaliar os pontos fortes e fracos da empresa no que se refere à implementação da sustentabilidade, baseando-se no diagnóstico do perfil de maturidade atual da empresa. Resultando na Grade de Maturidade, que ilustra em quais aspectos organizacionais o tema esta sendo abordado, permitindo a identificação de pontos fortes e áreas que necessitam de melhorias;

II. Descrição de orientações para implementação da sustentabilidade: depois que o perfil de maturidade da empresa é definido, o método PEPDIPS, possibilita que oportunidades de melhorias contínuas no processo possam ser estabelecidos por meio de planos de ação, baseando-se nas características, cultura, estratégia e estrutura organizacional da empresa em análise.

III. Disseminação da importância de manter uma linguagem comum e uma visão compartilhada em toda a organização para implementação da sustentabilidade.

IV. Demonstrar como a missão, visão e valores são fundamentais no avanço para o desenvolvimento sustentável da empresa e da sociedade.

Portanto, a realização desta pesquisa foi motivada pela identificação, a partir da pesquisa bibliográfica sistemática, da necessidade de disponibilizar orientações estratégicas que apoiassem as empresas na busca do desenvolvimento sustentável. Assim, o estudo aqui

presente alcançou com êxito o principal objetivo deste trabalho, que foi o desenvolvimento de um método conceitual de planejamento estratégico que ofereça suporte para nortear o desenvolvimento de produtos com a integração da sustentabilidade, englobando os três pilares da sustentabilidade: econômico, social e ecológico.

Com relação aos resultados dos estudos de caso, pode-se observar que estes ajudaram a confirmar a relevância de, primeiramente, implementar a sustentabilidade nos quesitos organizacionais e, conseqüentemente, ao PDP. Em vista disso, espera-se que, quando aplicado na prática, essa análise contribua para elevar a conscientização interna da empresa ao planejar a implementação da estratégia de sustentabilidade.

As principais limitações do PEPDIPS estão relacionadas à sua implementação nos estudos de casos apresentados, uma vez que estes foram construídos com o apoio de informações limitadas, disponíveis nos sites das empresas e no site do GRI. Assim, algumas propostas de melhorias podem não ter sido abordadas pela falta de dados ou pela falta de profundidade e detalhamento destes.

Em conclusão, pontua-se que com o crescente do reconhecimento da relevância da participação das empresas para o desenvolvimento sustentável, tornar a sustentabilidade mais tangível através de metas, planos de ação e a tomada de decisão auxilia no processo de integração da sustentabilidade à estratégia das empresas.

7.1 DIRECIONAMENTOS PARA PESQUISAS FUTURAS

Para a continuidade e aprofundamento desta pesquisa, seguindo as observações apresentadas pelos especialistas e a pelo conhecimento alcançado com a realização da pesquisa bibliográfica sistemática, sugere-se como direcionamentos para pesquisas futuras:

- a. Identificar quais ajustes são necessários para que o PEPDIPS seja aplicado em empresas.
- b. Aprofundar o conceito de inovação no desenvolvimento de produtos para visualizar as oportunidades de projeto e mercado;
- c. Estender a abordagem para aspectos relacionados ao marketing e a gestão de custos, como: análise do desejo dos consumidores, perfil dos usuários, oportunidades de mercado, diluição de custos, análise de viabilidade;
- d. Expandir o método proposto para um modelo que possibilite a ampliação dos benefícios.

REFERÊNCIAS

- ACKOFF, R.L. Planejamento Empresarial. Rio de Janeiro: **Livros Técnicos e Científicos**, 1975.
- ALBLAS, A. A.; PETERS, K.; WORTMANN, J. C. Fuzzy sustainability incentives in new product development: An empirical exploration of sustainability challenges in manufacturing companies. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 34, n. 4, p. 513–545, 2014.
- ALLAIS, R.; ROUCOULES, L.; REYES, T. Governance maturity grid: a transition method for integrating sustainability into companies? **Journal of Cleaner Production**, v. 140, p. 213–226, 2017.
- ANSOFF, H. I. Corporate strategy: an analytic approach to business policy for growth and expansion. New York: **McGraw-Hill**, 1965.
- AHMAD, N.; SHAIKH, I. A.; MUNIR, S.. Design and Development of Environment Friendly Textile Dyeing Machine. **Technical Journal**, v. 19, n. III, 2014.
- ARANA-LANDIN, G.; HERAS-SAZARBITORIA, I.. Paving the way for the ISO 14006 ecodesign standard: an exploratory study in Spanish companies. **Journal Of Cleaner Production**, v. 19, n.º 9 e 10, p.1007-1015, 2011.
- AYRES, R. U.; KNEESE, A.V.. Production, consumption, and externalities. **American Economic Review**, v. 59, n. 3, 282-297, 1969.
- BARDIN, L.; Análise de Conteúdo, Ed. rev. e ampl. São Paulo: **Edições 10**, 2011.
- BARKEMEYER, R.; HOLT, D. What Happened to the “ Development ” in Sustainable Development ? Business Guidelines Two Decades After Brundtland. v. 22, p. 15–32, 2014.
- BARNEY, J. B. Resource-based theories of competitive advantage: a ten years retrospective on the resource based view. **Journal of Management**, v. 27, n.1, p. 643-650, 2001.
- BARNEY, J.B. Firm resources and sustained competitive advantage. **Journal of Management**, v. 17, n. 1, p. 99-120, 1991.
- BARROS, A. J. S.; LEHFELD, N. A. S.. Fundamentos da metodologia científica: um guia para a iniciação científica, 2a ed. Ampl. **Makron Books**: São Paulo, 2000.
- BAUMGARTNER, R. J. Managing corporate sustainability and CSR: A conceptual framework combining values, strategies and instruments contributing to sustainable development. **Corporate Social Responsibility and Environmental Management**, v. 21, n. 5, p. 258–271, 2014.
- BAUMGARTNER, R. J.; EBNER, D.. Corporate sustainability strategies: sustainability profiles and maturity levels. **Sustainable Development**, v. 18, n.º 2, p. 76–89, 2010.
- BAUMGARTNER, R. J.. Organizational culture and leadership: preconditions for the development of a sustainable corporation. **Sustainable Development**, v. 17, p. 102-113, 2009.
- BAUMGARTE, U.. Vat dyes and their application. *Rev. Prog. Color.*, v. 5, 17-32, 1974.
- BAUMANN, H.; BOONS, F.; BRAGD, A. Mapping the green product development field: engineering, policy and business perspectives. **Journal of Cleaner Production**, v.10, n. 5, p.409-425, 2002.
- BECKER, J.; KNACKSTEDT, R.; PÖPPELBUß, J.. Developing Maturity Models for IT Management – A Procedure Model and its Application. **Business & Information Systems Engineering (BISE)**, v. 1, n. 3, p. 213-222, 2009.
- BELLEN, H.M.V. **Indicadores de Sustentabilidade**: uma análise comparativa. 2 ed. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2006.
- BERCHICCI, L.; BODEWES, W.. Bridging environmental issues with new product development. **Business Strategy and the Environment**, v. 14, v. 5, p.272-285, 2005.
- BERKETLI, I.; GENEVOIS, M. E. An integrated QFDE approach for identifying improvement strategies in sustainable product development. **Journal Of Cleaner Production**, v. 54, p. 188–198, 2013.
- BEVILACQUE, M.; CIARAPICA, F. E.; GIACCHETTA, G.. Development of a sustainable product lifecycle in manufacturing firms: a case study. **International Journal Product Resource**, v. 45 (18-19), p. 4073-4098, 2007.
- BHUIJAN, N.; THOMSON, V. A framework for NPD process under uncertainty. **Eng. Manage. J.**, 22(2), p. 27-36, 2010.
- BINSWANGER, M. Technological progress and sustainable development: What about the rebound effect? **Ecological Economics**, v. 36, n.º 1, p.119-132, 2001.
- BLACKBURN, R. S.; BECHTOLD, T.; JOHN, P.. The development of indigo reduction methods and pre-reduced indigo products. *Color. Technol.*, v. 125, n.º 4, 193-207, 2009.
- BOKS, C.; MCALOONE, T. C.. Transitions in sustainable product design research. **International Journal of Product Development**, v. 9, n.º 4, p.429-449, 2009.

- BOKS, C.; STEVELS, A.. Essential perspectives for design for environment, experiences from the electronics industry. **International Journal of Production Research**, v. 45, p. 4021-4039, 2007.
- BOKS, C. The soft side of ecodesign. **Journal of Cleaner Production**, v. 14, n. 15 e 16, p. 1346-1356, 2006.
- BONN, I.; FISHER, J.. Sustainability: the missing ingredient in strategy. **J. Bus. Strategy**, v.22, nº1, p.5-14, 2011.
- BOSSSEL, H. Indicators for sustainable development – theory, method, applications. A report to the Balaton Group. Winnipeg: The International Institute for Sustainable Development, 1999.
- BOVEA, M.D.; PÉREZ-BELIS, V. A taxonomy of ecodesign tools for integrating environmental requirements into the product design process. **Journal of Cleaner Production**, v.20, n.1, p.61-71, 2012.
- BOYER, K.K.; LEWIS, M.W. Competitive priorities: investigating the need for trade-offs in operations strategy. **Production and Operations Management**, v.11, n.1, p. 9-20, 2002.
- BRACKER, J. The historical development of the strategic management concept. **The Academy of Management Review**, v. 5, n. 2, abr., p. 219- 224, 1980.
- BREZET, H.; van HEMEL, C. Ecodesign: A promising approach to sustainable production and consumption. France: **United Nations Environmental Programme (UNEP)**, 1997.
- BROMAN, G., HOLMBERG, J., ROBERT, K.-H.. Simplicity without reduction: thinking upstream towards the sustainable society. **Interfaces**, v. 30, n. 3, p. 13-25, 2000.
- BRONES, F.; DE CARVALHO, M.. From 50 to 1: integrating literature toward a systemic ecodesign model. **Journal Of Cleaner Production**, Vol.96, pp.44-57, 2015.
- BYGGETH, S.; HOCHSCHORNER, E. Handling trade-offs in ecodesign tools for sustainable product development and procurement. **Journal of Cleaner Production**, v. 14, p.1420-1430, 2006.
- CASAROTTO, F. N.; FAVERO, J. S.; CASTRO, J. E. E. Gerência de projetos/engenharia simultânea. São Paulo: **Atlas**, 1. ed., 1999.
- CARNEVALLI, J.; MIGUEL, P. C.. Review, analysis and classification of the literature on QFD - Types of research, difficulties and benefits. **International Journal Of Production Economics**, Vol.114(2), pp.737-754, 2008.
- CARTER, C. R.; ROGERS, D. S.. A framework of sustainability supply chain management moving toward new theory. **International Journal Phys. Distrib. Logist. Management**, v. 38(5), p. 360-387, 2008.
- CHAMPBELL, J. L.. Why would corporations behave in socially responsible ways? An institutional theory of corporate social responsibility. **Acad. Manage. Rev.**, v. 32(3), 946-967, 2007.
- CHANG, D.; LEE, C.; CHEN, C. Review of life cycle assessment towards sustainable product development. **Journal Of Cleaner Production**, Vol.83, pp.48-60, 2014
- CHEHEBE, J. R. B.. Análise do Ciclo de Vida de Produtos: ferramentas gerencial da ISO 14000. Rio de Janeiro: **Qualitymark**, 1998.
- CHEKIMA, B. et al. Examining green consumerism motivational drivers: does premium price and demographics matter to green purchasing? **Journal of Cleaner Production**, 2015.
- CHEN, C. Design for the environment: a quality-based model for green product development. **Management Science**, v. 47, n. 2, p.250-263, 2001.
- CHOI, J.K.; NIES, L.F.; RAMANI, K.. A framework for the integration of environmental and business aspects toward sustainable product development. **Journal of Engineering Design**, Vol.19(5), pp.431-446, 2008.
- CHRISTOFI, A.; SISAYE, P. C. S.. Corporate sustainability: historical development and reporting practices. **Management Research Review**, v. 35, nº 2, p. 157-172, 2012.
- CLARK, J. W.; TOMS, L. C.; GREEN, K. W. Market-oriented sustainability: moderating impact of stakeholder involvement. **Industrial Management & Data Systems**, v. 114, p. 21–36, 2014.
- CLARK, K. B.; WHEELWRIGHT, S. C.. Managing New Product and Process Development: text and cases. New York: **Free Press**, 1993.
- CLARK, K.; FUJIMOTO, T. Product development performance: strategy, organization and management in the world auto industry. Boston: **Harvard Business Acholl Press**, 1991.
- COASE, R. H.. The Nature of the Firm, *Economica*, **New Series**, v. 4, n. 16. (nov.), p. 386-405, 1937.
- COLLINS, E.; LAWRENCE, S.; PAVLOVICH, K.; RYAN, C. Business networks and the uptake of sustainability practices: the case of New Zealand. **Journal of Cleaner Production**, v. 15, p. 729-740, 2007.
- COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES. **Green Paper on Integrated Product Policy**, 2001.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA TÊXTIL E DE CONFECÇÃO. Têxtil e Confecção: Inovar, Desenvolver e Sustentar / Confederação Nacional da Indústria Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção. Brasília: CNI/ABIT, 2012.

COOPER, R. Stage-gate systems: a new tool for managing new products. **Business Horizons**, v. 33, nº 3, p. 44 -54, 1990.

CORAL, E. **Modelo de planejamento estratégico para a sustentabilidade empresarial**. Universidade Federal de Santa Catarina, Tese de Doutorado, 2002.

COWAN, K.; KINLEY, T. Green spirit: consumer empathies for green apparel. **International Journal Of Consumer Studies**, Vol.38(5), pp.493-499, 2014.

CRISTOFARI, M.; DESHMUKH, A.; WANG, B. Green quality function deployment. In: **Proceeding of the 4th International Conference on Environmentally Conscious Design and Manufacturing**, p. 297-304, 1996.

D'IPPOLITTO, B. The importance of design for firm's competitiveness: a review of the literature. **Technovation**, v. 34, p. 716-730, 2014.

DANGELICO, R.M.; PUJARI, D. Mainstreaming green product innovation: why and how companies integrate environmental sustainability. **Journal of Business Ethics**, v. 95, n. 3, p. 471-486, 2010.

DEUTZ, P.; MCGUIRE, M.; NEIGHBOUR, G. Eco-design practice in the context of a structured design process: an interdisciplinary empirical study of UK manufacturers. **Journal of Cleaner Production**, v. 39, p. 117-128, 2013.

DEUTZ, P.; NEIGHBOUR, G.; MCGUIRE, M. Integrating sustainable Waste management into product design: sustainability as a functional requirement. **Sustainable Development**, v. 18, p. 229-239, 2010.

DRIESSEN, P.H.; HILLEBRAND, B.; KOK, A.W.K.; VERHALLEN, T.M.M. Green new product development: the pivotal role of product greenness, **IEEE Transactions on Engineering Management**, v. 60, n. 2, p. 315-326, 2013.

DRIESSEN, P. H.; HILLEBRAND, B.. Integrating multiple stakeholder issues in new product development exploration. **Journal of Product Innovation Management**, Vol.30(2), pp.364-379, 2012.

DRUCKER, P. Introdução à Administração. São Paulo: **Pioneira**, 1984.

DUAB, C.H.. Assessing the quality of sustainability reporting: an alternative methodological approach. **Journal of Cleaner Production**, nº 15, p.75-85, 2007.

de BRUIN, T.; ROSEMANN, M.; FREEZE, R.; KULKARNI, U.; Understanding the main phases of developing a maturity assessment model. **Proceedings of the Australasian Conference on Information Systems (ACIS)**: Sydney, 2005.

ECCLES, R.G.; MILLER PERKINS, K.; SERAFEIM, G.. How to become a sustainable company. **MIT Sloan Management Review**, v. 53, n. 4, p. 43-50, 2012.

ELKINGTON, J. Cannibals with Forks: The Triple Bottom Line of 21st Century Business. **New Society Publishers**, 1998.

ELKINGTON, J.; HAILES, J. The Green Consumer Guide. **Victor Gollanz**: London, 1988.

ENGERT, S.; BAUMGARTNER, R. J. Corporate sustainability strategy - Bridging the gap between formulation and implementation. **Journal of Cleaner Production**, v. 113, p. 822-834, 2016.

FARGNOLI, M.; DE MINICIS, M.; TRONCI, M. Design Management for Sustainability: An integrated approach for the development of sustainable products. **Journal of Engineering and Technology Management - JET-M**, v. 34, p. 29-45, 2014.

FIKSEL, Joseph. Design for environment: an integrated system approach. **Proceedings of the 1993 IEEE International Symposium on Electronics and the Environment**. p. 126-131, maio, 1993.

FLEISCHER, G.; SCHMIDT, W.-P.. Iterative screening LCA in an eco-design tool. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 2 (1), p. 20-24, 1997.

FLETCHER, K.. Sustainable fashion and textiles: design journeys. London: **Routledge**, 2014.

FLETCHER, K.; GROSE, L.. Moda & sustentabilidade: design para mudança . São Paulo: **SENAC São Paulo**, 2011.

GALPIN, T.J.. Theory in action: making strategy work. **J. Bus. Strategy**, v.18, nº 1, p. 12-15, 1997.

GARVIN, D. A. Manufacturing strategy planning. **California Management Review**, v.35, n. 4, p.85-106, 1993.

GAZIULUSOY, A.I.. A critical review of approaches available for design and innovation teams through the perspective of sustainability science and system innovation theories. **J. Clean. Prod.**, v. 107, p. 366-377, 2015.

GAZIULUSOY, A. I.; BOYLE, C.; MCDOWALL, R. System innovation for sustainability: a systemic double-flow scenario method for companies. **Journal Of Cleaner Production**, v. 45, p. 104-116, 2013.

GIL, A.C. Como elaborar projetos de pesquisa. 5 ed. São Paulo: **Atlas**, 2010.

GLEIM, M. R. et al. Against the Green: A Multi-method Examination of the Barriers to Green Consumption. **Journal of Retailing**, v. 89, n. 1, p. 44-61, 2013.

- GOTTSCHALK, P. Maturity levels for interoperability in digital government. **Government Information Quarterly**, v.26, n. 1, p. 75-81, 2009.
- GRAY, D.E. Pesquisa no mundo real. 2. ed. Porto Alegre: **Penso**, 2012.
- GREADEL, T.E.; ALLENBY, B.R. Industrial Ecology. New Jersey: **Prentice-Hall**, 1995.
- GRI (2015). Sustainability Reporting Guidelines, **Global Reporting Initiative**. Disponível em: <https://www.globalreporting.org/resource/library/GRIG4-Part1-Reporting-Principles-and-Standard-Disclosures.pdf> Acessado em: jan. 2016.
- HALLSTEDT, S.. Sustainability Criteria and Sustainability Compliance Index for Decision Support in Product Development. **Journal of Cleaner Production**, v. 140 (Part 1), p.251-266, 2016.
- HALLSTEDT, S. I.; THOMPSON, A. W.; LINDAHL, P.. Key elements for implementing a strategic sustainability perspective in the product innovation process. **Journal of Cleaner Production**, v.51, p.277-288, 2013.
- HALLSTEDT, S.; NY, H.; ROBERT, K-H; BROMAN, G.. An approach to assessing sustainability integration in strategic decision systems for product development. **Journal of Cleaner Production**, v. 18, n. 8, p. 703–712, 2010.
- HAMBRICK, D. C. Operationalizing the concept of business-level strategy in research. **Academy of Management Review**, v. 5, n. 4, p. 567-575, 1980.
- HANDFIELD, R.B.; MELNYK, S.A.; CALANTONE, R.J.; CURKOVIC, S.. Integrating environmental concerns into the design process: the gap between theory and practice. **IEEE Transactions on Engineering Management**, v. 48, n. 2, p. 189-208, 2001.
- HART, S. L.; DOWELL, G. Invited Editorial: A Natural-Resource-Based View of the Firm: Fifteen Years After. **Journal of Management**, v. 37, n. 5, p. 1464–1479, 2011.
- HART, S. L.; MILSTEIN, M. B. Creating sustainable value. **Academy of Management Executive**, v. 17, p. 56-69, 2003.
- HART, S. L. A natural-resource-based view of the firm. **Academy of Management Review**, v. 20, n°4, p. 986–1014, 1995.
- HAYES, R. H. Strategic planning: forward in reverse? **Harvard Business Review**, v.63, n.6, p. 111-119, nov.-dec. 1985.
- HAYES, R.H.; WHEELWRIGHT, S. C. Restoring our competitive edge: competing through manufacturing. New York: **John Wiley & Sons**, 1984.
- HERVA, M.; ROCA, E. Review of combined approaches and multi-criteria analysis for corporate environmental evaluation. **Journal of Cleaner Production**, v. 39, p. 355–371, 2013.
- HILL, T. Techining manufacturing strategy. **International Journal of operations and Production Management**, v.6, n.3, p.10-20, 1987.
- HMIDA, S. B.; LADHARI, N.. Study of Parameters Affecting Dry and Wet Ozone Bleaching of Denim Fabric. **Ozone: Science & Engineering**, 1-6, 2015.
- HONG, P.; KWON, H.-B.; ROH, J. Implementation of strategic green orientation in supply chain: An empirical study of manufacturing firms. **European Journal of Innovation Management**, v.12, p.512–532, 2009.
- ISO 14006. Environmental Management Systems e Guidelines for Incorporating Ecodesign. **International Standard**: Geneva, 2011.
- JOHANSSON, G.. Incorporating environmental concern in product development: a study of project characteristics. **Management of Environmental Quality: An International Journal**, v. 17, p. 421-436, 2006.
- JOHNSTON, P.; EVERARD, M.; SANTILLO, D.; ROBERT, K.-H. Reclaiming the definition of sustainability. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 14, n. 1, p. 60-66, 2007.
- JORGENSEN, T.; REMMEN, A.; MELLADO, M. Integrated management systems e three different levels of integration. **Journal of Cleaner Production**, v. 14, n. 8, p. 713-722, 2006.
- KAEBERNICK, H.; KARA, S.; SUN, M. Sustainable product development and manufacturing by considering environmental requirements. **Robot. Comp. Integ. Manuf.**, v. 19,p. 461-468, 2003.
- KAN, C.; CHEUNG, H.; CHAN, Q.. A study of plasma-induced ozone treatment on the colour fading of dyed cotton, **Journal of Cleaner Production**, v. 112, 3514-3524, 2016.
- KATES, R. W.; PARRIS, T. M.; LEISEROWITZ, A. A. What is Sustainable. **Environment: Science and Policy for Sustainable Development**, v. 47, n. 3, p. 8–21, 2005.
- KARLSSON, R.; LUTTROPP, C.. EcoDesign: what's happening? An overview of the subject area of EcoDesign and of the papers in this special issue. **Journal of Cleaner Production**, Vol.14(15), pp.1291-1298, 2006.
- KAZAZIAN, T.. Haverá a idade das coisas leves: design e desenvolvimento sustentável. Editora Senac: São Paulo, 2005.

- KESKIN, D.; DIEHL, J. C; MOLENAAR, N.. Innovation process of new ventures driven by sustainability. **Journal of Cleaner Production**, v. 45, p.50-60, 2013.
- KLEINDORFER, P. R; SINGHAL, K.; WASSENHOUSE, L. N. V.. Sustainability Operations Management. **Production Operation Management**, v. 14(4), 482-492, 2005.
- KLOEPFFER, W.. Life-cycle based methods for sustainable product development. **Int. J. Life Cycle Assess**, v. 8, n. 3, p. 157-159, 2003.
- KNIGHT, P.; JENKINS, J. O.. Adopting and applying eco-design techniques: a practitioners perspective. **Journal of Cleaner Production**, Vol.17(5), pp.549-558, 2009.
- KOREVAAR, G. Sustainable chemical processes and products: new design methodology and design tools. Technische Universiteit Delft, Tese de Doutorado, 2004.
- KORHONEN, J. Special issue of the Journal of Cleaner Production, "From Material Flow Analysis to Material Flow Management". strategic sustainability management on a principle level. **Journal of Cleaner Production**, v. 15, n. 17, p. 1585-1595, 2007.
- KOHLEGGGER, M.; MAIER, R.; THALMANN, S. Understanding Maturity Models. Results of a Structured Content Analysis. **Proceedings of I-KNOW '09 and I- SEMANTICS '09**: Austria, p.51-61, 2009.
- KUIKMAN, P.; THOMSEN, M.. Green economy and related concepts: An overview. **Journal of Cleaner Production**, v. 139, p. 361-371, 2016.
- KUO, T.C.. Green product design: green quality function deployment. **J. Sustain. Dev. Ind.**, v. 2, p. 45-52, 2002.
- KUNZ, A.; PERALTA-ZAMORA, P.; MORAES, S.G.; DURÁN, N. Novas tendências no tratamento de efluentes têxteis. **Quim. Nova**, v. 25, n. 1, 78-82, 2002.
- LANOË, T.; SIMÕES, C. L.; SIMOES, R. Improving the environmental performance of bedding products by using life cycle assessment at the design stage. **Journal of Cleaner Production**, v. 52, p. 155-164, 2013.
- LABUSCHAGNE, C; BRENT, A.C.. Social indicators for sustainable project and technology life cycle management in the process industry. **International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 11, nº 1, p. 3-15, 2006.
- LEONARD, A.. A história das coisas: da natureza ao lixo, o que acontece com tudo que consumimos. Rio de Janeiro: **Zahar**, 2011.
- LINNENLUECKE, M.K.; GRIFFITHS, A.. Corporate sustainability and organizational culture. **Journal of World Business**, v. 45, n. 4, p.357-366, 2010.
- LOISEAU, E.; SAIKKU, L.; ANTIKAINEN, R.; DROSTE, N.; HANSJÜRGENS, B.; PITKÄNEN, K.; LESKINEN, P.; KUIKMAN, P.; THOMSEN, M.. Green economy and related concepts: An overview. **Journal of Cleaner Production**, v. 139, p. 361-371, 2016.
- LÖBACH, B. *Desenho Industrial: Base Para Configuração Dos Produtos Industriais*. São Paulo: **Edgar Blücher**, 1 ed., 2001.
- LONGONI, A.; CAGLIANO, R. Environmental and social sustainability priorities: Their integration in operations strategies. **International Journal Of Operations & Production Management**, v. 35, n. 2, p. 216-245, 2015.
- LORANGE, P.. Strategy implementation: the new realities. **Long Range Plan**, v. 31, p. 18-29, 1998.
- LOZANO, R., HUISINGH, D.. Inter-linking issues and dimensions in sustainability reporting. **Journal of Cleaner Production**, nº 19, p.99-107, 2011.
- LUTTROP, C.; LAGERSTEDT, J.. EcoDesign and The Ten Golden Rules: generic advice for merging environmental aspects into product development. **Journal of Cleaner Production**, Vol.14(15), pp.1396-1408, 2006.
- MADU, C. N.; KUEI, C.; MADU, I. E. A hierarchic metric approach for integration of green issues in manufacturing: a paper recycling application. **Journal of Environmental Management**, v. 64, n. 3, p. 261-272, 2002.
- MAIER, A. M.; MOULTRIE, J.; CLARKSON, P. J. Assessing Organizational Capabilities: Reviewing and Guiding the Development of Maturity Grids. **IEEE Transactions on Engineering Management**, v. 59, n. 1, p. 138-159, 2010.
- MANZINI, E.; VEZZOLI, C. *Desenvolvimento de produtos sustentáveis: os requisitos ambientais dos produtos industriais*. São Paulo: EDUSP, 2002.
- MARCELINO-SÁDABA, S.; GONZÁLEZ-JAEN, L. F.; PÉREZ-EZCURDIA, A. Using project management as a way to sustainability. from a comprehensive review to a framework definition. **Journal of Cleaner Production**, v. 99, p. 1-16, 2015.
- MASUI, K.; SAKAO, T.; KOBAYASHI, M.; INABA, A.. Applying quality function deployment to environmentally conscious design. **Int. J. Qual. Reliab. Manag.**, v. 20, n.1, p. 90-106, 2003.
- MAXWELL, D.; VAN DER VORST, R.. Developing sustainability products and services. **Journal of Cleaner Production**, v. 11(8), p. 883-895, 2003.

- MAZZEO, M. Organic Light Emitting Diode. India: **Sciyo**, 2010. ISBN ISBN 978-953- 307-140-4.
- MCDONOUGH, W.; BRAUNGART, M. Remaking the way we make things: cradle to cradle, New York: **North Point Press**, 2002.
- MCLENNAN, Jason F. The philosophy of sustainable design. Kansas City: **Ecotone**, 2004.
- MEADOWS, D. H.. Leverage Points: Places to intervene in a System. **Whole Earth**, winter, 1997.
- MEADOWS, D. H.; MEADOWS, D. L.; RANDERS, J.; BEHRENS III, W. W. Limites do Crescimento: Um relatório para o projeto do Clube de Roma sobre o dilema da humanidade. São Paulo: **Editora Perspectiva**, 1973.
- MEERHEIM, R.; LÜSSEM, B.; LEO, K. Efficiency and Stability of p-i-n Type OLEDs for Display and Lighting Applications. **Proceedings of the IEEE**, v. 97, no. 9, n. 9, p. 1606-1626, Sep., 2009.
- MENTZER, J. T.; DEWITT, W.; KEEBLER, J. S.; MIN, S.; NIX, N. W.; SMITH, C. D.; ZACAHRIA, Z. G. Defining supply chain management. **Journal of Business Logistics**, v. 22, p. 1–25, 2001.
- MILLS, J.; PLATTS, K.; NEELY, A.; RICHARDS, H.; BOURNE, M. Strategy and performance: creating a winning business formula. United Kindingon: **Cambridge University Press**, 2002.
- MILLS, J.; PLATTS, K.; GREGORY, M. A framework for the design of manufacturing strategy processes: a contingency approach. **International Journal of Operations and Production Management**, v.15, n.4, p. 17-49, 1995.
- MINTZBERG, H.; QUINN, J. B.. The Strategy Process: concepts, contexts, cases. 3rd ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 1996.
- MINTZBERG, H.. The Strategy Concept I: Five Ps For Strategy. **California Management Review**, Fall, p. 11-24, 1987.
- MORENO, A.; CAPPELLARO, F.; MARONI, P. Application of product data technology standards to LCA data. **J. Ind. Ecol.**, v. 15(4), p. 483-495, 2011.
- MÜNCHEN S.; ADAIME, M. B.; PERAZOLLI, L. A.; AMANTÉA, B. E.; ZAGHETE, M. A.. Jeans: a relação entre aspectos científicos, tecnológicos e sociais para o Ensino de Química. **Quim. Nova**, v. 37, n.º 3, 172-179, 2015.
- MURILLO-LUNA, J.L.; GARCÉS-AYERBE, C.; RIVERA-TORRES, P.. Why do patterns of environmental response differ? A stakeholders' pressure approach. **Strategic Management Journal**, v. 29, n. 11, p.1225-1240, 2008.
- MOTA, B. et al. Towards supply chain sustainability: economic, environmental and social design and planning. **Journal of Cleaner Production**, v. 105, p. 14–27, 2015.
- MÜLLER, A.-L.; PFLEGER, R. Business transformation towards sustainability. **Business Research**, v. 7, n. 2, p. 313–350, 2014.
- MURILLO-LUNA, J. L.; GARCÉS-AYERBE, C.; RIVERA-TORRES, P. Barriers to the adoption of proactive environmental strategies. **Journal of Cleaner Production**, v. 19, n. 13, p. 1417-1425, 2011.
- NATHAN, M.L.. 'Lighting tomorrow with today': towards a (strategic) sustainability revolution. **Int. J. Sustain. Strateg. Manag.**, v. 2, n.º1, p.29-40, 2010.
- NEWMAN, W. H.; LOGAN, J. P. Strategy, policy and central management. Cincinatti: **South-Western Publishing**, 1971.
- OLIVEIRA, D. de P. R. de. Planejamento Estratégico: conceitos, metodologias e práticas. 28 ed. São Paulo: **Atlas**, 2010.
- ORECCHINI, F.; VITALI, G.; VALITUTTI, V. Industry and academia for a transition towards sustainability: advancing sustainability science through university–business collaborations. **Sustainability Science**, v.7, n.S1, p.57-73, 2012.
- ORSATO, R.J.. Sustainability Strategies: when does it pay to be green? New York: **Palgrave Macmillan**, 2009.
- OTHMAN, M.R; REPKE, J.; HUANG, Y.; WOZNY, G. A Modular Approach to Sustainability Assessment and Decision Support in Chemical Process Design. **Industrial & Engineering Chemistry Research**, v.49, p.7870-7881, 2010.
- OTTMAN, J.A.; STAFFORD, E.R.; HARTMAN, C.L. Green marketing myopia. **Environment**, v. 48, n. 5, p.22-36, 2006.
- PARDO, D. A.; JABBOUR, G. E.; PEYGHAMBARIAN, N. Application of Screen Printing in the Fabrication of Organic Light-Emitting Devices. **Advanced Materials**, v. 12, n. 17, p. 1249-1252, Sept., 2000.
- PASCUAL, O.; STEVELS, AB; BOKS, CASPER. Measuring implementation and performance of ecodesign in the electronics sector. **Proceedings of EcoDesign 2003**: Third International Symposium on Environmentally Conscious Design and Inverse Manufacturing, Tokyo: p.192-197, 2003.
- PAUL, R..Denim:Manufacture, Finishing and Applications. Woodhead Publishing and Elsevier: Cambridge, 2015.
- PETALA, E., WEVER, R., DUTILH, C., BREZET, H.C.. The role of new product development briefs in implementing sustainability: a case study. **J. Eng. Technol. Manage.**, v. 27, n. 3-4, p. 172-182, 2010.
- PIGOSSO, D. C. A.; MCALOONE, T. C.;ROZENFELD, H.. Characterization of the state-of-the-art and identification of main trends for ecodesign tools and methods: Classifying three decades of research and implementation. **Journal of the Indian Institute of Science**, v. 95, n.º 4, p. 405-427, 2015.

- PIGOSSO, D.; ROZENFELD, H.; MCALOONE, T.. Ecodesign maturity model: a management framework to support ecodesign implementation into manufacturing companies. **Journal of Cleaner Production**, Vol.59, pp.160-173, 2013.
- PIGOSSO, D.C.A.. Ecodesign Maturity Model: a Framework to Support Companies in the Selection and Implementation of Ecodesign Practices. Doctoral thesis. **EESC USP**: São Carlos, 2012.
- PÖPPELBUS, J.; RÖGLINGER, M. What makes a useful maturity model? A framework of general design principles for maturity models and its demonstration in business process management. European Conference on Information Systems (ECIS): **Proceedings**, p.28-40, 2011.
- PORTER, M. E.. The Five Competitive Forces That Shape Strategy. **Harvard Business Review**, jan., 2008.
- PORTER, M. E. What Is Strategy? **Harvard Business Review**, nov/dec, p.61-78, 1996
- PORTER, M.; LINDE, C. V. D. Green and Competitive: Ending the Stalemate, **Harvard Business Review**, v. 73/5, p. 120-134, 1995.
- PORTER, M.. The Competitive Advantage of Nations. London: **The MacMillan Press**, 1990.
- PORTER, M. E. Estratégia Competitiva: técnicas para análise de indústria e da concorrência. 7a ed., Rio de Janeiro: **Editores Campus**, 1986.
- PORTER, M. E. The contributions of industrial organization to strategic management. **Academy of Management Review**, v. 6, n.1, p. 609-620, 1981.
- PORTER, M. E.. How Competitive Forces Shape Strategy. **Harvard Business Review**, mar., 1979.
- PRANANTO, A.; MCKAY, J.; MARSHALL, P. A Study of the Progression of E-Business Maturity in Australian SMEs: Some Evidence of the Applicability of the Stages of Growth for E-Business Model. **Proceedings of the Pacific Asia Conference on Information Systems (PACIS)**: Adelaide, 2003.
- PUGH, S. Total Design: integrated methods for successful product engineering. Massachusetts: **Addison Wesley**, 1991.
- PUJARI, D.. Eco-innovation and new product development: understanding the influences on market performance. **Technovation**, v. 26, n. 1, p. 76-85, 2006.
- PUJARIA, D.; PEATTIE, K.; WRIGHT, G.. Organizational antecedents of environmental responsiveness in industrial new product development. **Industrial Marketing Management**, v. 33, n. 5, p. 381-391, 2004.
- OZDIL, N.. Stretch and bagging properties of denim fabrics containing different rates of elastane. **Journal Fibres & Textiles in Eastern Europe**, v. 16, n. 1, 63-67, jan./mar. 2008.
- QUIST, J., THISSEN, W., VERGRAGT, P.J.. The impact and spin-off of participatory backcasting: from vision to niche. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 78, n. 5, p. 883-897, 2011.
- REINEKE, S. et al. White organic light-emitting diodes: Status and perspective. **Reviews of Modern Physics**, v. 85, n. 3, p. 1245-1293, 2013.
- REINHARDT, F.L.. Environmental product differentiation: implications for corporate strategy. **California Management Review**, v. 40, n.4, p.43-73, 1998.
- RITTER, Á. M.; BORCHARDT, M.; VACCARO, G. L.R.; PEREIRA, G. M.; ALMEIDA, F.. Motivations for promoting the consumption of green products in an emerging country: Exploring attitudes of Brazilian consumers. **Journal of Cleaner Production**, v. 106, p. 507-520, 2015.
- ROCA, L. C.; SEARCY, C. Na analysis of indicators disclosed in corporate sustainability reports. **Journal of Cleaner Production**, nº 20, p.103-118, 2012.
- ROBINSON, H. S.; CHIMAY, J. A.; CARRILLO, P. M.; AL-GHASSANI, A. M.. STEPS: a Knowledge management maturity roadmap for corporate sustainability. **Business Process Management Journal**, v. 12, nº 6, p. 793-808, 2006.
- ROSSI, M.; CHARON, S.; WING, G.; EWELL, J. Design for the next generation: Incorporating cradle-to- cradle design into Herman Miller products. **Journal of Industrial Ecology**, v.10, p.193-210, 2006.
- ROZENFELD, H.; FORCELLINI, F. A.; AMARAL, D. C.; DE TOLEDO, J. C.; DA SILVA, S. L.; ALLIPRANDINI, D. H.; SCALICE, R. K.. Gestão De Desenvolvimento De Produtos: uma referência para a melhoria do processo. **Saraiva**: São Paulo, 2006
- ROY, R. Proposal For Educacion Module On Sustainable Product Development. **United Nations Environmental Programme**, Working Group On Sustainable Product Development (UNEP-SPD): Amsterdam, 1997.
- SAATY, T.L. Decision making with the analytic hierarchy process. **International Journal of Services Sciences**, v.1, n. 1, p. 83-98, 2008.
- SAATY, T.L.. The Analytical Hierarchy Process. New York: **McGraw Hill**, 1980.
- SACHS, I. Desenvolvimento sustentável: desafio do século XXI. **Ambiente & Sociedade**, v.7, nº 2, p. 214-216, 2004.

- SAKAO, T.; SHIMOMURA, Y. Service Engineering: a novel engineering discipline for producers to increase value combining service and product. **Journal of Cleaner Production**, v. 15, n. 6, p. 590–604, 2007.
- SAKAO, T. A QFD-centred design methodology for environmentally conscious product design. **International Journal of Production Research**, v.45, n.18 e 19, p. 4143-4162, 2007.
- SALOMO, S.; KEINSCHMIDT, E. J.; BRENTANI, U. D.. Management new product development in a globally dispersed NPD program. **Journal Product Innovation Management**, v. 27 (7), p. 955-971, 2010.
- SALVADOR, T.; MARCOLINO, L.H.; PERALTA-ZAMORA, P. Degradação de corantes têxteis e remediação de resíduos de tingimento por processos fenton, foto-fenton e eletro-fenton. **Quim. Nova**, v. 35, n. 5, 932-938, 2012.
- SAXENA, P.; RAVINDRA, K; KHANDELWAL, P. Greening of industries for sustainable growth. **International Journal of Social Economics**, v. 39, n. 8, p. 551–586, 2012.
- SCHMIDHEINY, S. Changing course: a global business perspective on development and the environment. Boston: **MIT Press**, 1992.
- SEURING, S.; MÜLLER, M.. From a literature review to a conceptual framework for sustainable supply chain management. **Journal of Cleaner Production**, Vol.16(15), pp.1699-1710, 2008.
- SEYFANG, G.. Growing sustainable consumption communities: The case of local organic food networks. **International Journal of Sociology & Social Policy**, Vol.27(3/4), pp.120-134, 2007.
- SHRIVASTAVA, P.. The role of corporations in achieving ecological sustainability. **Acad. Manage. Rev.**, v. 20, n.4, p.936-960, 1995.
- SHRIVASTAVA, P.; HART, S.. Creating sustainable corporations. **Business Strategy and the Environment**, v. 4, n. 3, p. 154-165, 1995.
- SILVA, D. J.. Uma abordagem cognitiva ao planejamento estratégico do desenvolvimento sustentável. **Universidade Federal de Santa Catarina**, Tese de Doutorado, 1988.
- SILVIUS, G.; SCHIPPER, R. A maturity model for integrating sustainability in projects and project management. **24th World Congress of the International Project Management Association**, 2010.
- SIMAS, M.J.B.G.C.; LENGLER, J.F.B.; ANTONIO, N.J.S.. Integration of sustainable development in the strategy implementation process: proposal of a model. **Corp. Gov.**, v. 13, n° 5, p. 511-526, 2013.
- SIMON, F.L. Marketing green products in the triad. **Columbia Journal of World Business**, v. 27, n. 3-4, p.268-285, 1992.
- SKINNER, W. Manufacturing: missing link in corporate strategy. **Harvard Business Review**, v. 47, n.3, p.136-145, 1969.
- SMITH, M. S.. Change the approach to sustainable development Conventional environmental assessments are not enough — it is time for some. **Nature**: Column: World View, v. 483, n° 22 march, p. 375, 2012.
- SMITH, D. W. Introducing EDG students to the design process. In: 2002 Annual Midyear Meeting of The Engineering Design Graphics Division of the American Society for Engineering Education. 2002, Berkeley. Proceedings of the 2002 Annual Midyear Meeting of the Engineering Design Graphics Division of the American Society for Engineering Education, Berkeley: 2002.
- SO, F.; KIDO, J.; BURROWS, P. Organic Light-Emitting Devices for Solid-State Lighting. **MRS Bulletin**, v. 33, p. 663-669, Jul., 2008.
- SPANGENBERG, J.H.; FUAD-LUKE, A.; BLINCOE, K.. Design for sustainability (DfS): the interface of sustainable production and consumption. **Journal Of Cleaner Production**, v.18, n°. 15, p.1485-1493, 2010.
- STARIK, M.; RANDS, G.P. Weaving an integrated web: multilevel and multi- system perspectives of ecologically sustainable organizations. **Academy of Management Review**, v. 20, n°4, p. 908–935, 1995.
- STEAD, J.G.; STEAD, E. Eco-Enterprise Strategy: Standing for Sustainability. **Journal of Business Ethics**, v.24, p.313-329, 2000.
- STEINER, G. A. Top management planning. New York: **Macmillan**, 1969.
- STOUGHTON, A.M.; LUDEMA, J.. The driving forces of sustainability. **Journal of Organizational Change Management**, v. 25, n. 4, p. 501-517, 2012.
- SULLIVAN, L.P.. Quality function deployment. **Quality Progress**, v. 19, n. 16, p.39-50, 1986.
- TCHERTCHIAN, N.; YVARS, P. A.; MILLET, D. Benefits and limits of a Constraint Satisfaction Problem/Life Cycle Assessment approach for the ecodesign of complex systems: A case applied to a hybrid passenger ferry. **Journal of Cleaner Production**, v. 42, p. 1–18, 2013.
- THACKARA, J.. Plabo B: o design e as alternativas viáveis em um mundo complexo. **Saraiva**: São Paulo, 2008.

- TRAPPEY, A. J. C.; JERRY, I. R.; LIN, G. Y. P.; CHEN, M.-Y.. An Eco-and inno-product design system applying integrated and intelligent QFDE and Triz methodology. **J. Syst. Sci Eng.**, v.20(4), p. 443-459, 2011.
- TUKKER, A.; JANSEN, B. Environmental impacts of products: a detailed review of studies. **Journal of Industrial Ecology**, v. 10, n. 3, p. 159-182, 2006.
- TUKKER, A.; EMMERT, S.; CHARTER, M.; VEZZOLI, C.; STO, E.; ANDERSEN, M.; GEERKEN, T.; TISCHNER, U.; LAHLOU, S. Fostering change to sustainable consumption and production: an evidence based view. **Journal of Cleaner Production**, v. 16, n. 11, p. 1218-1225, 2008.
- UNEP, 2011. Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication. Disponível em: <http://web.unep.org/greeneconomy/sites/unep.org/greeneconomy/files/field/image/green_economyreport_final_dec2011.pdf> Acesso em: 22/08/2016.
- UNIETHOS. Sustentabilidade e Competitividade na Cadeia da Moda. São Paulo, 2013.
- U.S. Department of Energy**. Solid-State Lighting Program Building Technologies Office: Office of Energy Efficiency and Renewable Energy, 2016.
- _____. Solid-State Lighting Research and Development Program: Office of Energy Efficiency and Renewable Energy, 2015.
- URBAN, G. L.; HAUSER, J. R. Design and marketing of new products. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 2. Ed, 1993.
- VERGARA, S. C. **Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração**. 4ª. Edição. São Paulo: Atlas, 2000.
- VERGRAGT, P.J.; QUIST, J.. Backcasting for sustainability: introduction to the special issue. **Technology Forecasting and Social Change**, v. 78, n. 5, p.747-755, 2011.
- VEZZOLI, C.; CESCHIN, F.; DIEHL, J. C.; KOHTALA, C.. New design challenges to widely implement “Sustainable Product–Service Systems”. **Journal of Cleaner Production**, v. 97, p. 1–12, 2015.
- VEZZOLI, C.; KOHTALA, C., SRINIVASAN, A. **Product-Service System Design for Sustainability**. Greenleaf Publishing Limited, 2014.
- VEZZOLI, C. Design de sistemas para a sustentabilidade: teoria, métodos e ferramentas para o design sustentável de “sistemas de satisfação”. Salvador: **EDUFBA**, 2010.
- VINODH, S.; RATHOD, G. Integration of ECQFD and LCA for sustainable product design. **Journal Of Cleaner Production**, v. 18, p. 833-842, 2010.
- VOSS, C. A. Paradigms of manufacturing strategy re-visited. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 25, n. 12, p. 1223–1227, 2005.
- VOSS, C. A. Alternative paradigms for manufacturing strategy. **International Journal of Operations and Production Management**, v.15, n.4, p. 5-16, 1995.
- WAAGE, S.A.. Re-considering product design: a practical “road-map” for integration of sustainability issues. **Journal of Cleaner Production**, v. 15, p. 638-649, 2007.
- WAN ALWI, S.R.; MANAN, Z.A.; KLEMES, J.J.; HUISINGH, D.. Sustainability engineering for the future. **J. Clean. Prod.**, v. 71, p. 1-10, 2014.
- WENZEL, H. Application dependency of lca methodology: key variables and their mode of influencing the method. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 3, n. 5, p. 281-288, september, 1998.
- WHEELWRIGHT, S. C.; HAYES, R. H. Competing throught manufacturing. **Harvard Business Review**, v.63, n .1 , p.99-109, 1985.
- WHITE, C.; STEWART, E.; HOWES, T.; ADAMS, B. (2008). Allied for sustainable design: An a-b-c-d approach to making better products. Disponível em: < http://www.bsr.org/reports/BSR_Sustainable_Design_Report_0508.pdf>. Acesso em 28 de novembro de 2016.
- WIMMER, W. The ECODESIGN checklist method: a redesign tool for environmental product improvements. Published in Environmentally Conscious Design and Inverse Manufacturing. In: Proceedings. EcoDesign '99: First International Symposium On, 1999.
- WONG, Y. L.; LEE, K. M.; YUNG, K. C. Model scenario for integrated environmental product assessment at the use of raw materials stage of a product. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 54, n. 11, p. 841–850, 2010.
- WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT (WBCSD). Sustainable development reporting: striking the balance. **WBCSD**: Geneva, Switzerland; 2002.
- WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT – WCED. **Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future**. Geneva, 1987.
- YOUNESI, M.; ROGHANIAN, E. A framework for sustainable product design: a hybrid fuzzy approach based on Quality Function Deployment for Environment. **Journal Of Cleaner Production**, v. 108, p. 385–394, 2015.

YU, S. et al. Incorporating Quality Function Deployment with modularity for the end-of-life of a product family. **Journal of Cleaner Production**, v. 87, p. 423–430, 2015.

ZHANG, L.; ZHAN, Y.; LIU, Z.F.; ZHANG, H.C.; LI, B.B. Development and analysis of design for environment oriented design parameters. **Journal of Cleaner Production**, v.19, n.15, p.1723-1733, 2011.

ZHANG, Z.; CHU, X.. A new integrated decision-making approach for design alternative selection for supporting complex product development. **International Journal Of Computer Integrated Manufacturing**, Vol.22(3), pp.179-198, 2009.

ZHANG, Y.; WANG, H.-P.; ZHANG, C. Green QFD-II: a life cycle approach for environmentally conscious manufacturing by integrating LCA and LCC into QFD matrices. **International Journal of Production Research**, v.37, n. 5, p. 1075-1091, 1999.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DO MÉTODO PEPDIPS

1. Quanto ao conteúdo, você considera que o método abrange os principais aspectos organizacionais relacionados ao processo de desenvolvimento de produtos?

Não atende Pouco Parcialmente Quase totalmente Totalmente Não sabe/ Não opina

Comentários:

2. Quanto à sustentabilidade, como você avalia o desenvolvimento da integração proposta pelos níveis de maturidade.

Muito Ruim Ruim Regular Bom Muito Bom Não sabe/ Não opina

Comentários:

3. Quanto à utilização, como você avalia a aplicação do método.

Não aplicável Pouco Aplicável Parcialmente aplicável Aplicável Totalmente aplicável Não sabe/ Não opina

Comentários:

4. Quanto à utilização, como você avalia a aplicação do método no âmbito acadêmico.

Não aplicável Pouco Aplicável Parcialmente aplicável Aplicável Totalmente aplicável Não sabe/ Não opina

Comentários:

5. Quanto à estrutura, como você avalia o desenvolvimento proposto para a integração da sustentabilidade nas empresas apresentada ao longo do método?

Muito Ruim Ruim Regular Bom Muito Bom Não sabe/ Não opina

Comentários:

6. Quanto à compreensão textual, como você avalia a clareza na descrição das etapas do método.

Muito Ruim Ruim Regular Bom Muito Bom Não sabe/ Não opina

Comentários:

7. Quanto à compreensão textual, como você avalia a clareza na descrição dos cinco parâmetros de avaliação do método.

Muito Ruim Ruim Regular Bom Muito Bom Não sabe/ Não opina

Comentários:

8. Grau de importância das etapas do método.

Etapas	Sem importância	Pouco Importante	Importante	Muito Importante	Essencial	Não sabe / Não opina
Reconhecimento						
Compartilhamento						

Planejamento Estratégico						
Projeto						
Produção						
Apresentação						

9. Facilidade na execução das atividades

Muito Difícil Difícil Regular Fácil Muito Fácil Não sabe/ Não opina

10. Comentários gerais sobre o modelo

10.1 Pontos positivos:

10.2 Pontos passíveis de melhoria: