

UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL
ÁREA DO CONHECIMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E ENGENHARIAS

GUILHERME LEITE MOTTA

**METODOLOGIA DE ECODSIGN APLICADA A PRODUTOS SUSTENTÁVEIS:
ESTUDO DE CASO COM MICROEMPREENDEDOR INDIVIDUAL DO SETOR DE
SKATES**

CAXIAS DO SUL
2021

GUILHERME LEITE MOTTA

**METODOLOGIA DE ECODSIGN APLICADA A PRODUTOS SUSTENTÁVEIS:
ESTUDO DE CASO COM MICROEMPREENDEDOR INDIVIDUAL DO SETOR DE
SKATES**

Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Ambiental apresentado como parte dos requisitos necessários para obtenção da aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II da Universidade de Caxias do Sul, sob orientação da Prof. Ma. Neide Pessin.

CAXIAS DO SUL

2021

GUILHERME LEITE MOTTA

**METODOLOGIA DE ECODESIGN APLICADA A PRODUTOS SUSTENTÁVEIS:
ESTUDO DE CASO COM MICROEMPREENDEDOR INDIVIDUAL DO SETOR DE
SKATES**

Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Ambiental apresentado como parte dos requisitos necessários para obtenção da aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II da Universidade de Caxias do Sul, sob orientação da Prof. Ma. Neide Pessin.

Banca Examinadora

Prof. Ma. Neide Pessin
Orientadora do Trabalho de Conclusão de Curso II
Universidade de Caxias do Sul

Prof. Dra. Renata Cornelli
Avaliadora do Trabalho de Conclusão de Curso II
Universidade de Caxias do Sul

Prof. Me. Esequiel Berra de Mello
Avaliador do Trabalho de Conclusão de Curso II
Universidade de Caxias do Sul

Dedico este trabalho a minha família, que sempre me forneceu todo o apoio necessário para a conclusão desta etapa da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais Gelson e Grasiela, e a minha irmã Giulia, que estiveram sempre do meu lado, me ajudando e auxiliando no que eu precisava, e me proporcionaram viver e concluir esta etapa tão importante em minha vida.

Agradeço a minha namorada Marina, que sempre me incentivou e ofereceu apoio em todos os momentos.

Agradeço também a professora Mestra Neide Pessin, responsável pela orientação deste trabalho, que me incentivou e orientou em todo o percurso do trabalho.

RESUMO

O ecodesign consiste em reduzir os impactos ambientais da confecção de um produto em todas as suas etapas de elaboração. Esse conceito surge como solução para as empresas melhorarem seu desempenho ambiental, aumentando a sustentabilidade e criando diferenciais competitivos no mercado. As micro e pequenas empresas, muitas vezes por falta de investimento e conhecimentos técnicos acabam não considerando as questões ambientais em suas atividades produtivas. Neste cenário, a Matriz *design for environment matrix* (DfE) surge como uma importante ferramenta para avaliação do desempenho ambiental e aplicação do ecodesign, em empresas de diferentes tipologias e portes. Este trabalho teve como objetivo estudar a aplicação da ferramenta em uma microempresa do setor de skates, analisando o ciclo de vida atual de produção de um modelo de skate, elencando sugestões de melhorias, oportunidades e adaptações ao empreendimento. Para executar o método, foi utilizado o roteiro do mesmo, constituído por dois questionários, um direcionado aos gestores da empresa, e outro aos fornecedores, que em conjunto com o diagnóstico elaborado do empreendimento, forneceram toda a sistematização de informações teóricas para aplicação da ferramenta. A análise do ciclo de vida atual do produto, apresentou uma pontuação de 69, de um máximo de 120 pontos possíveis de se atingir, trazendo um diagnóstico completo de todas as etapas de elaboração do produto, mostrando etapas mais deficitárias. Após a primeira aplicação da ferramenta, foi elencado sugestões de modificações ao sistema para melhorar o desempenho ambiental. Com as mudanças propostas, na segunda aplicação, a pontuação passou a 93 pontos, confirmando a importância da Matriz DfE para avaliar o desempenho ambiental e indicar etapas deficitárias da produção. Limitações encontradas no estudo que se referem as questões e respostas do questionário do método, podem ser reduzidas com a integração de métodos e ferramentas diferentes de aplicação do ecodesign.

Palavras-chaves: Ecodesign, DfE Matrix, Desempenho ambiental, Microempreendedor, Skate.

ABSTRACT

Ecodesign consists in reducing the environmental impacts of making a product in all its elaboration stages. This concept appears as a solution for companies to improve their environmental performance, increasing sustainability and creating competitive advantages in the market. Micro and small companies, often due to lack of investment and technical knowledge, end up not considering environmental issues in their productive activities. In this scenario, the design for environment matrix (DfE) emerges as an important tool for evaluating environmental performance and applying ecodesign in companies of different types and sizes. This work aimed to study the application of the tool in a micro-company in the skateboard industry, analyzing the current life cycle of producing a skateboard model, listing suggestions for improvements, opportunities and adaptations to the enterprise. To carry out the method, a script was used, consisting of two questionnaires, one aimed at the company's managers, and the other at the suppliers, which, together with the elaborated diagnosis of the enterprise, provided all the systematization of theoretical information for the application of the tool . The analysis of the current life cycle of the product presented a score of 69, out of a maximum of 120 possible points to be achieved, bringing a complete diagnosis of all stages of product development, showing the most deficient stages. After the first application of the tool, suggestions for modifications to the system to improve environmental performance were listed. With the proposed changes, in the second application, the score rose to 93 points, confirming the importance of the DfE Matrix to assess environmental performance and indicate deficient stages of production. Limitations found in the study that refer to the questions and answers of the method questionnaire can be reduced with the integration of different methods and tools for the application of ecodesign.

Keywords: Ecodesign, DfE Matrix, Environmental performance, Microentrepreneur, Skate.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1-Estimativa de renda gerada pela atividade do MEI.	17
Figura 2-Primeiro skate comercializado – Roller Derby.	18
Figura 3-Teia das Estratégias de Ecodesign.....	22
Figura 4-Fases de um estudo de ACV.	28
Figura 5-Matriz MET para análise ambiental de produtos.	32
Figura 6-Estrutura de trabalho da DfE Matrix.	34
Figura 7-Skateboard Folha Seca.....	37
Figura 8-Representação das camadas do BIOplac.....	38
Figura 9-Tampo para mesa produzido no estudo.....	39
Figura 10-Etapas metodológicas do estudo de caso.....	41
Figura 11-Modelo Simulador de Surf.....	54
Figura 12-Modelo Cruiser.....	55
Figura 13-Modelo Longboard Classic.....	55
Figura 14-Quadro de decoração quilhas de surf.	56
Figura 15- Balanço de massa do processo.	58
Figura 16- Matriz DfE do ciclo atual.	61
Figura 17- Matriz DfE aplicada no sistema modificado.....	65

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Estratégias de ecodesign com perspectivas de ciclo de vida.....	23
Quadro 2- Diretrizes para o desenvolvimento do ecodesign.	24
Quadro 3- Esferas de atuação do design sustentável.	24
Quadro 4- Ferramentas mais usuais no Ecodesign.	25
Quadro 5- Ferramentas de análise do impacto ambiental do produto no ambiente. .	26
Quadro 6- Ferramentas de melhoria da concepção ambiental do produto.....	27
Quadro 7- Etapas de aplicação da análise do ciclo de vida.	29
Quadro 8- Descrição das etapas do Eco-indicator 99.	30
Quadro 9- Classificação da DfE Matrix em função dos critérios de classificação.	42
Quadro 10- Roteiro para a aplicação da DfE Matrix.	43
Quadro 11- Atividades desenvolvidas no processo de produção.....	57
Quadro 12- Relação de matérias primas e fornecedores.	59
Quadro 13- Relação de respostas da carta dos fornecedores.	60
Quadro 14- Mudanças sugeridas para o empreendimento.	62
Quadro 15 - Comparação de valores.	64

LISTA DE ABRIVIAÇÕES E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACV	Análise do Ciclo de Vida
CBSK	Confederação Brasileira de Skate
DfE	Design for Environment
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MEI	Microempreendedor Individual
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVOS	15
2.1	OBJETIVO GERAL	15
2.2	OBJETIVO ESPECÍFICOS	15
3	REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO	16
3.1	MICROEMPREENDEDOR INDIVIDUAL (MEI)	16
3.2	CONTEXTUALIZAÇÃO DO SKATE	17
3.3	ECODESIGN	19
3.3.1	Conceito.....	19
3.3.2	Princípios e estratégias	20
3.3.3	Ferramentas e metodologias.....	25
3.3.3.1	Avaliação do Ciclo de Vida (ACV)	27
3.3.3.2	Eco Indicator 99.....	29
3.3.3.3	Matriz MET	31
3.3.3.4	Matriz Design for Environment Matrix (DfE).....	32
3.3.4	Oportunidades e desafios	35
3.3.5	Estudo de caso de aplicação do ecodesign	36
3.3.5.1	Skateboard Folha Seca	36
3.3.5.2	Movelaria Butzke	38
3.3.5.3	Produtos em eco-compósito de resíduos particulados e pedaços descartados de madeira	39
3.3.5.4	Shape Sustentável.....	40
4	MATERIAIS E MÉTODOS	41
4.1	ESCOLHA DA FERRAMENTA DE ECODESIGN	41
4.2	ROTEIRO PARA APLICAÇÃO DA DFE MATRIX.....	43
4.3	ESTUDO DE CASO NO SETOR DE SKATES ARTESANAIS	48

4.4 APLICAÇÃO DA MATRIX DFE	49
5 RESULTADOS.....	51
5.1 DIAGNÓSTICO	51
5.1.1 Caracterização do empreendimento	51
5.1.2 Produto	52
5.1.3 Etapas do processo	56
5.1.4 Balanço de massa	57
5.1.5 Matéria-prima e fornecedores.....	58
5.2 APLICAÇÃO DA DFE MATRIX	59
5.2.1 Ciclo de vida atual	59
5.2.2 Mudanças propostas	61
5.2.3 DfE Matrix com mudanças propostas.....	65
5.3 DISCUSSÃO	66
6 CONCLUSÃO	69
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71
APÊNCIDE A: QUESTIONÁRIO RECEBIDO DOS FORNECEDORES.....	77
APÊNCIDE B: APLICAÇÃO DA MATRIZ DfE NO CICLO DE VIDA ATUAL	79
APÊNCIDE C: APLICAÇÃO DA MATRIZ DfE COM MUDANÇAS SUGERIDAS	90
ANEXO A: QUESTIONÁRIO REFERENTE A DFE MATRIX	101

1 INTRODUÇÃO

Segundo Alves e Freitas (2013), a sociedade por um longo tempo acreditou no fato de o crescimento econômico ser suficiente para proporcionar melhores condições de vida para a população, ocasionando o uso dos recursos naturais de forma equivocada, como se fossem inesgotáveis e, durante esse grande período, o processo de degradação ambiental cresceu significativamente. A degradação ambiental é definida como sendo “a alteração adversa das características do meio ambiente” (GRANZIERA, 2009).

Conforme Lemos (2001), este fenômeno pode ser apresentado como a destruição, deterioração ou desgaste gerados ao meio ambiente por consequência de atividades econômicas, aspectos populacionais e biológicos. Esta problemática da degradação ambiental, trata a respeito da qualidade de vida das aglomerações humanas, o que ocasiona a diminuição dessa qualidade, levando em conta que as condições ambientais são indispensáveis para a vida, tanto no sentido biológico como no social (LEAL, FARIAS, ARAUJO, 2008).

O modo de vida atual vem sendo discutido em vários círculos sociais, promovendo o aumento de pessoas com a consciência de que pequenas mudanças ajudam a reduzir os danos (LANGER, 2011). A degradação ambiental é inadmissível, e a prevenção é sem dúvidas o caminho mais seguro e mais barato, pois em alguns casos mesmo com o suporte financeiro a reparação é inviável, como por exemplo nos casos de desaparecimento de espécies da fauna ou de uma floresta por inteira (MIRANDA, MORETTO, MORETO, 2019).

Segundo Miranda, Moretto e Moreto (2019), as empresas contribuem muito para a degradação ambiental, através do fato de produzir grandes quantidade de resíduos, como por exemplo, o excesso de embalagens e desperdício de alimentos, aumentando os índices de desmatamento, uso de energia e ocasiona a diminuição da vida útil de aterros sanitários. Neste cenário, os consumidores, em geral, começaram a exigir dos produtores a utilização de técnicas melhores, como processos mais eficientes, respeitando mais os recursos naturais com ênfase no desenvolvimento sustentável, e não só atender a determinados padrões ambientais (SILVA, MORAES, MACHADO, 2015).

Para promover a melhoria ambiental nos processos produtivos as empresas precisam considerar, no momento de desenvolvimento do produto, aspectos que não envolvam apenas a qualidade e custo, mas também como as formas de impacto ambientais envolvidas nesta concepção (BANDEIRA, 2003). De acordo com Leonard (2011), o projeto, que corresponde ao primeiro estágio da produção, o planejamento, é a mais importante e menos visível etapa. Neste momento que será definido os componentes que necessitam ser extraídos ou criados, a quantidade de energia utilizada na fabricação e uso dos produtos, o nível de dificuldade de manutenções, sua capacidade de reciclagem e caso não seja reciclável os impactos de sua destinação final (LEONARD,2011).

Algumas empresas ainda não se sentem responsáveis pela degradação ambiental, portanto é necessário enfatizar que o foco deve ser a causa, e não a consequência, logo não basta apenas realizar mudanças na produção e no design do produto, mas também que existam mudanças na forma de consumo (ALVES, FREITAS, 2013). Em economias de mercados emergentes, onde o principal objetivo é a sobrevivência e o lucro, as preocupações ambientais podem parecer irrelevantes. Na realidade de pequenas e microempresas, que vendem produtos ou serviços no mercado nacional, esse fato é ainda mais observado (BRAVOS, GONÇALVES NETO, MORAES, 2010).

Visando o desenvolvimento sustentável, é necessário aliar as esferas social, ambiental e econômica para se alcançar os objetivos, considerando quatro principais fatores: preservação da natureza, eliminação da pobreza, crescimento econômico e a garantia da existência das gerações futuras (OLIVEIRA, MARTINS, CÂNDIDO, 2011). Segundo Alves (2013), nos dias de hoje, buscando diminuir os problemas ambientais e alcançar o desenvolvimento sustentável, as instituições têm inserido em seus processos diversos modelos e ferramentas de gestão ambiental, como Gestão da Qualidade Ambiental Total (TQEM), Ecologia Industrial, Simbiose Industrial, Eco eficiência, Produção mais limpa (P+L) e ecodesign.

Visto isso, o ecodesign visa minimizar os efeitos negativos nos processos produtivos em todas as fases do ciclo de vida do produto. Este conceito engloba desde a aquisição de matérias-primas, passando pelo processo de transformação, produção e montagem, embalagem, transporte, utilização por parte dos consumidores, recolhimento após o uso e, finalmente, reutilização ou reciclagem (BRAGA, 2013).

Conforme Camfield (2019), as práticas verdes utilizadas na gestão da cadeia voltadas ao ecodesign buscam desenvolver produtos sustentáveis, incorporando indicadores ambientais ao longo do seu ciclo de vida. Kazazian (2005) relata que o Ecodesign consiste em reduzir os impactos ambientais de um produto conservando seu desempenho de uso, promovendo melhora na qualidade de vida do usuário.

Nesse sentido, o ecodesign tem se mostrado eficaz na gestão ambiental em empreendimentos de diferentes tipologias e portes. Com o desenvolvimento deste estudo na empresa de skates, espera-se estimular a aplicação do ecodesign, verificando sua eficiência em empreendimentos de pequeno porte.

A escolha do empreendimento se baseia no fato da existência de grande vontade do gestor da empresa de implementar o ecodesign na sua produção, da magnitude da empresa, que se classifica no regime de microempreendedor individual e da localização da empresa, situada na cidade sede do estudo. Com a aplicação do ecodesign na empresa, espera-se potencializar a elaboração dos modelos de skate, considerando os aspectos ambientais em todas as fases do ciclo de vida, possibilitando um crescimento para a empresa baseado no desenvolvimento sustentável.

2 OBJETIVOS

O foco deste estudo é analisar metodologias de ecodesign existentes, estudando uma ferramenta que atenda a demanda de micro e pequenas empresas, analisando os aspectos ambientais em todas as fases de produção, da elaboração do projeto até o descarte e destino final do produto. Os objetivos foram divididos em objetivo geral e específicos.

2.1 OBJETIVO GERAL

Estudar a aplicabilidade da metodologia para ecodesign matriz Design for Environment Matrix (DfE), em micro e pequenas empresas, buscando a sustentabilidade dos produtos e reduzindo os impactos ambientais.

2.2 OBJETIVO ESPECÍFICOS

- a) sistematizar informações pertinentes em relação aos impactos ambientais de setores que trabalham com madeira e similares;
- b) analisar as metodologias existentes de ecodesign;
- c) verificar a aplicação da metodologia em um produto de uma empresa do setor de skates artesanais;
- d) analisar a aplicação do ecodesign no processo de fabricação de skates, levantando oportunidades de melhoria e adaptações ao empreendimento.

3 REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

A seguir serão apresentados os referenciais necessários para a realização do trabalho.

3.1 MICROEMPREENDEDOR INDIVIDUAL (MEI)

O MEI foi elaborado pela Lei Complementar número 128/2008 (BRASIL, 2008), visando formalizar os trabalhadores como microempreendedores individuais, trazendo como principal benefício o direito ao Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica (CNPJ). A Lei Complementar número 128/2008 foi modificada pela Lei Complementar número 139/2011, que estabelece o MEI como:

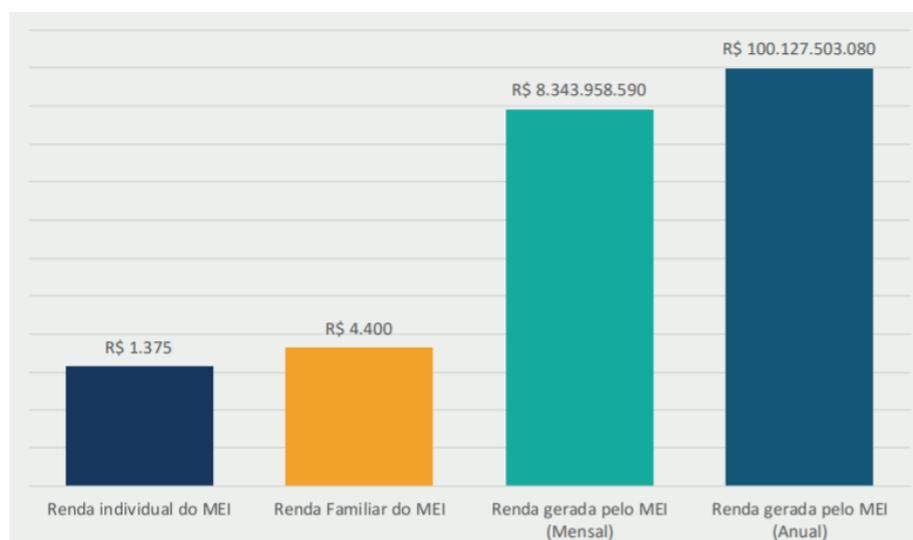
Art. 18-A. § 1º Para os efeitos desta Lei, considera-se MEI o empresário individual a que se refere o art. 966 da Lei no 10.406, de 10 de janeiro de 2002 – Código Civil, que tenha auferido receita bruta, no ano-calendário anterior, de até R\$ 60.000,00 (sessenta mil reais), optante pelo Simples Nacional e que não esteja impedido de optar pela sistemática prevista neste artigo. § 2º No caso de início de atividades, o limite de que trata o § 1º deste artigo será de R\$ 5.000,00 (cinco mil reais) multiplicados pelo número de meses compreendido entre o início da atividade e o final do respectivo. (BRASIL, 2008, p.13).

O modelo do microempreendedor individual vem ganhando destaque ao fornecer as pessoas com visão, oportunidades de as empresas serem legalizadas, em um caminho sem burocracia e rápido, porém ainda com alguma dificuldade (BISETTO, 2016). A Lei Complementar número 123/2006 no seu Art. 4º, §3º cita:

Ressalvado o disposto nesta Lei Complementar, ficam reduzidos a 0 (zero) todos os custos, inclusive prévios, relativos à abertura, à inscrição, ao registro, ao funcionamento, ao alvará, à licença, ao cadastro, às alterações e procedimentos de baixa e encerramento e aos demais itens relativos ao Microempreendedor Individual, incluindo os valores referentes a taxas, a emolumentos e a demais contribuições relativas aos órgãos de registro, de licenciamento, sindicais, de regulamentação, de anotação de responsabilidade técnica, de vistoria e de fiscalização do exercício de profissões regulamentadas (BRASIL, 2006, p.07).

De acordo com o Sebrae (2019) existe um número total de 8.4 milhões de MEI inscritos, onde estima-se que 72% (6 milhões) estão em atividade. Ainda de acordo com o Sebrae (2019) estimou-se a renda individual, familiar, mensal e anual gerada pela atividade MEI, como mostra a Figura 1.

Figura 1-Estimativa de renda gerada pela atividade do MEI.



Fonte: SEBRAE (2019).

Segundo o Sebrae (2019), a figura mostra que a renda familiar do MEI é de R\$4.400,00, onde com base no tamanho médio da família MEI (3.2 pessoas) gera uma renda individual do MEI de R\$1.375,00. A renda de todos os MEI em atividade gera uma renda mensal de R\$8.343.958.590,00 e uma renda anual de R\$100.127.503.080,00.

3.2 CONTEXTUALIZAÇÃO DO SKATE

De acordo com a Confederação Brasileira de Skate (CBSK) (2021), não se sabe ao certo a data em que o skate surgiu, mas teve suas primeiras aparições nos Estados Unidos, em um processo por volta do século 20, possivelmente derivado dos *rollers scooters*, um tipo de patinete produzido a partir de 1900. Atualmente descobriram que no ano de 1918 o *Doc 'Heath' Ball*, na época um garoto norte americano, teria desmontado eixos e rodas de patins e fixado em uma madeira, porém não andava de pé, mas sim com um joelho na madeira e o outro pé utilizava como impulso (CBSK, 2020).

Brook (1999) afirma que por volta dos anos 1950, no estado da Califórnia, surfistas desapontados pela falta de boas condições para surfar no oceano, inventaram um jeito de surfar no asfalto, denominado "*sidewalk surf*", com um pedaço de madeira e rodinhas de patins, imitando pranchas, onde desciam ruas e calçadas.

A maioria dos skatistas no início dos anos 60, começaram a andar em plataformas de madeira com 2"x4" de medida, montados com rodas de metal para patins (CLIVER, 2009). O primeiro skate comercializado foi o modelo *Roller Derby*, como ilustrado na Figura 2 (CBSK,2020).

Figura 2-Primeiro skate comercializado – Roller Derby.



Fonte: (CLIVER, 2009).

No Brasil, o skate teve início nos anos de 1960, no Rio de Janeiro, onde os modelos provenientes dos Estados Unidos, começaram a chegar através das famílias mais ricas que visitam o exterior (BRITTO, 2000). Uma pesquisa realizada pelo CBSK (2015) em conjunto com o Datafolha, apontou o número de oito milhões quatrocentos e quarenta e nove mil novecentos e oitenta praticantes de skate no Brasil.

De acordo com a CBSK (2020), tem-se como fatos cronológicos do skate:

- a) Em 1963 o então esporte denominado de *sidewalk surfing*, com identidade própria criada, recebeu o nome definitivo de Skateboard;
- b) A seca na Califórnia, que possibilitou a invenção do skate vertical, através da utilização das piscinas vazias que lembravam as transições das ondas de surf;
- c) Em 1972 foi inventado pelo engenheiro químico e surfista Frank Nashworthy as rodas de poliuretano, utilizadas até hoje, que substituíram as rodas feitas de ferro ou baquelite, aumentando a segurança e rendimento dos skatistas;

- d) Em 1982 Rodney Mullen criou a manobra *ollie*, precursora para o surgimento de todas as manobras de skate, dando origem a modalidade *Street*;
- e) Na década de 90 se alcançou o rumo atual, focando na profissionalização do esporte;
- f) Na virada do século, o mercado do skate fica mais forte, profissional e estruturado,
- g) Nos anos 2010, o esporte está popularizado, com competição internacional, transmissões de campeonatos na TV, comercialização com marcas no mercado, melhor aceitação pela sociedade e poder público, dispondo de suas políticas públicas próprias.

3.3 ECODESIGN

A fim de sistematizar informações prescindíveis para a elaboração do estudo, este capítulo abordará os principais temas em relação ao ecodesign. Sobre o assunto, será apresentado o conceito, seus princípios e estratégias, as ferramentas e metodologias, oportunidades e desafios e por fim estudos de casos na área.

3.3.1 Conceito

O conceito de ecodesign é a consideração sistemática do desempenho do projeto, com respeito aos objetivos ambientais de saúde e segurança, ao longo de todo o ciclo de vida de um produto ou processo, tornando-os ecoeficientes (FIKSEL,1996). O termo ecodesign é conhecido por este nome na Europa, sendo definido nos Estados Unidos com o termo *Design for Environment* (DfE) (KURK, EAGAN,2008; PIGOSSO, 2008).

Segundo Bakker (1995) e Johansson (2002), o ecodesign abrange o uso de requisitos ambientais voltados a minimizar os impactos ambientais na concepção do produto, em todas as suas etapas do ciclo de vida, preservando condições de custo, desempenho e qualidade.

O Ministério do Meio Ambiente (MMA) (2021), define ecodesign como uma ferramenta de competitividade usada pelas empresas de diversos setores como engenharia, arquitetura e design, no mercado interno e externo, que através da

substituição de produtos e processos por novos, menos prejudiciais ao meio ambiente, busca o desenvolvimento sustentável. O MMA cita também que o ecodesign consiste em processos que abrangem aspectos ambientais, com foco principal em projetar ambientes, desenvolver produtos e executar serviços de forma que se reduza o uso de recursos não renováveis ou minimize o impacto ambiental dos mesmos durante seu ciclo de vida.

Barbieri (2007) relata que o ecodesign é uma ferramenta de gestão ambiental voltada para fase de concepção dos produtos, assim como seus processos de produção, distribuição e utilização. Ecodesign é definida como uma metodologia que tem como objetivo atender novos modelos de produção e consumo, que com a substituição de produtos e processos por outros menos prejudiciais ao meio ambiente busca a produção sustentável (OLIVEIRA, ALMEIDA, 2017).

Ecodesign consiste no desenvolvimento de produtos de uma forma que se reduz seu impacto ambiental, buscando o objetivo de projetar produtos que são funcionais, desejáveis, econômicos e não possuem efeitos colaterais prejudiciais ao meio ambiente, compreendendo os impactos do produto ao longo do seu ciclo de vida, ou seja, desde a extração de materiais até o descarte correto no final da vida útil do produto (LOOMBA, NAKASHIMA, 2012). Braga (2014) afirma que o ecodesign no Brasil passou a ser entendido como uma ferramenta que é capaz de reforçar a competitividade das empresas, contribuir para as melhorias nos indicadores ambientais, sociais e econômicos, além de estimular sistemas de produção eficientes.

3.3.2 Princípios e estratégias

A ferramenta do ecodesign visa inovações de processos, produtos e serviços que reduzam a poluição em todas as etapas do ciclo de vida. Da mesma forma que um modelo de gestão, necessita da participação de todos os setores da organização, assim como outras pessoas, como por exemplo fornecedores e distribuidores, o que ocasiona alguns conflitos entre os setores envolvidos nos processos de inovação (ALVES, FREITAS, 2013).

O ecodesign tem como principal objetivo a criação de produtos ecoeficientes, sem comprometer seus custos, qualidade e restrições de tempo para a fabricação. O conceito de ecoeficiência nos faz pensar em práticas ambientalmente responsáveis, que devem ser concordantes com as políticas e estratégias da empresa. Diante deste

fato, para se alcançar os objetivos considerando os compromissos ambientais, faz-se necessário a adoção de práticas durante o projeto de um produto (VENZKE, 2002).

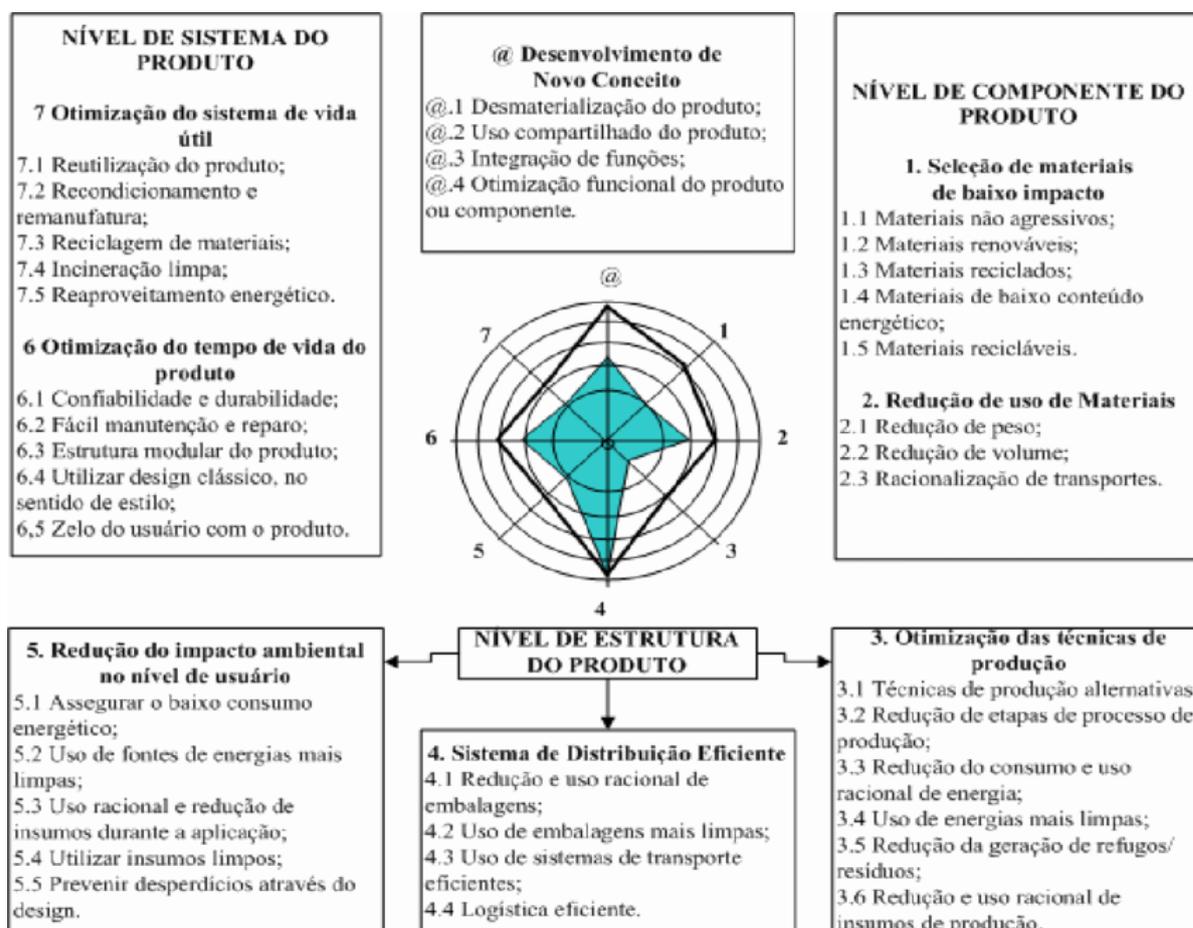
No desenvolvimento de produtos com foco no quesito ambiental, se analisa o impacto que o mesmo exerce no meio ambiente desde seu processo desenvolvimento até sua destinação correta no final de sua vida útil, onde as etapas são divididas para facilitar a análise, mas que necessita uma visão global para se chegar realmente a um produto sustentável (LANGER, 2011).

De acordo com Oliveira, Martins, Cândido (2011), o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) definiu os princípios para a implantação do ecodesign, abrangendo oito fases que servem como orientação para aplicação pelas empresas, sendo:

- nível base, a elaboração de novos conceitos;
- nível 1, a seleção de materiais de baixo impacto;
- nível 2, a redução de materiais;
- nível 3, a otimização das técnicas de produção;
- nível 4, a otimização dos sistemas de transporte;
- nível 5, a redução do impacto de uso;
- nível 6, a otimização do tempo de vida útil;
- nível 7, a otimização do fim da vida útil.

Com a definição destes princípios, o PNUMA, desenvolveu a denominada Teia das Estratégias de Ecodesign (Figura 3), a fim de definir estratégias que auxiliem as práticas empresariais em relação às questões ambientais e também aumente o desempenho ambiental dos produtos (OLIVEIRA, MARTINS, CÂNDIDO, 2011).

Figura 3-Teia das Estratégias de Ecodesign.



Fonte: Hemel e Cramer (2002).

As estratégias se dividem em três níveis, onde o nível de componente do produto relacionados apresenta estratégias sobre a seleção de materiais de baixo impacto e redução do uso de materiais; o nível de estrutura do produto exibe as estratégias de otimização das técnicas de produção, sistema de distribuição eficiente e redução do impacto ambiental no nível do usuário; e o nível de sistema do produto mostra estratégias relacionadas a otimização do tempo de vida do produto e da otimização do sistema de vida útil (OLIVEIRA, MARTINS, CÂNDIDO, 2011).

O Quadro 1, ilustra as estratégias gerais e específicas para o ecodesign analisado os impactos ambientais etapa por etapa, segundo Gersakis et al (1997).

Quadro 1 - Estratégias de ecodesign com perspectivas de ciclo de vida.

Etapas do Ciclo de Vida	Estratégias de Eco-Design	Estratégias Específicas
Extração de Matérias primas	Otimização na utilização dos materiais	Design para a conservação de recursos: Reduzir a utilização de materiais; Utilização de materiais renováveis; Utilização de materiais que não esgota os naturais; Utilização de materiais reciclados e recicláveis; Utilização de resíduos de subprodutos. Design para materiais de baixo impacto: Evitar materiais tóxicos e perigosos; evitar substâncias nocivas à camada do ozono; Utilização de material com baixo valor energético incorporado; Utilização de material reutilizado e reciclado.
Produção	Produção limpa	Design para uma produção mais limpa.
Distribuição	Distribuição eficiente	Design para uma distribuição eficiente.
Utilização	Utilização/Processo Limpo	Design para a eficiência energética; Design para a conservação de água; Design para a redução do consumo; Design para uma utilização/processo baixo impacto; Design para uma fácil manutenção e reparação; Design para a durabilidade.
Fim de Vida	Otimização do Fim de Vida	Design para a reutilização; Design para o re-fabrico; Design para a desmontagem; Design para a reciclagem; Design para a eliminação segura.

Fonte: Autor, adaptado de Gersakis et al (1997).

Pazmino (2007), estabelece diretrizes para se alcançar os processos do ecodesign, que são listadas no Quadro 2.

Quadro 2- Diretrizes para o desenvolvimento do ecodesign.

<ul style="list-style-type: none"> • Reduzir a utilização de recursos naturais e de energia; • Usar Materiais não exauríveis (esgotáveis); • Usar Materiais não prejudiciais (danosos, perigosos); • Usar Materiais reciclados, recicláveis e renováveis; • Usar um só material; • Codificar os materiais para facilitar a sua identificação; • Escolha de técnicas de produção alternativas; • Reduzir processos produtivos; • Geração de resíduos pequena; • Redução da variabilidade dos produtos; • Reduzir o consumo de energia; • Utilizar tecnologias apropriadas e limpas; • Redução de peso/ volume; • Assegurar a estrutura modular do produto; • Aumentar a confiabilidade e durabilidade; • Design clássico; • Elimina embalagens ou projetar embalagens recicláveis ou reutilizáveis; • Facilitar a Manutenção e reparos; • Converter os componentes em reposições ou refil; • Desmaterializar os produtos (desmontagem voltara para a logística reversa).

Fonte: Autor, adaptado de Pazmino (2007).

O Quadro 3, apresenta as diversas esferas que o design sustentável deve atuar, de acordo com Manzini e Vezzoli (2011).

Quadro 3- Esferas de atuação do design sustentável.

Design para a Montagem	Montagem mais fácil, com redução do custo de manufatura, diminuindo as despesas e melhorando as qualidades dos produtos.
Design para Manufatura	Seleção de materiais, processos e projetos modulados, uso de componentes padronizados, multiuso de engates rápidos e montagem direcionada para a minimização.
Design para Serviço	Aumento da vida útil e confiabilidade do produto, manutenção e reparo facilitados, design clássico referente ao estilo e zelo do usuário, serviço de manutenção durante a vida útil do produto e acondicionamento quando necessário.
Design para Desmontagem	Aumento das fontes de reciclagem, diminuição das potencialidades de poluição de produtos e desmonte facilitado.

Fonte: Autor, adaptado de Manzini e Vezzoli (2011).

Estas estratégias podem assumir várias formas como projetar um novo produto mais sustentável, alterando pequenos fatores em um produto existente, como por exemplo utilizando menos materiais virgens; introduzindo um novo design de embalagem para reduzir o desperdício e aumentar a eficiência; oferecendo cadeia de suprimentos e opções para retirar os resíduos dos clientes para reprocessar em novos

produtos; nova rotulagem para encorajar o descarte correto ou reciclagem (LOOMBA, NAKASHIMA, 2012).

3.3.3 Ferramentas e metodologias

Os métodos e ferramentas podem ser divididos em dois grupos, o Quadro 4 apresenta as ferramentas mais utilizadas, onde os métodos e/ou ferramentas de análise possibilitam identificar características chave que geram impactos ambientais dos produtos, e os métodos e/ou ferramentas de melhoria que facilitam o desenvolvimento de opções de aperfeiçoamento do produto (ÁGUAS,2009).

Quadro 4- Ferramentas mais usuais no Ecodesign.

Ferramentas de Análise	Ferramentas de Melhoria
Análise do Ciclo de Vida (ACV) Eco-Indicadores MIPS – Material Intensity Per unit of Service (Intensidade de Material por unidade de Serviço) Custos do Ciclo de Vida (CCV) Métodos Matriciais Avaliação baseada na Legislação Construção de índices ecológicos Eco-compass Lista de Verificação Listas de materiais	Normas (ISO) Normas internas às empresas Lista de Verificação Proposta de eco-rotulagem Directivas Manuais Gerais Manuais Internos às Companhias Programas de T.I Análise de Valor

Fonte: Autor, adaptado de Janin (2000, apud ÁGUAS,2009).

Os dois principais grupos de avaliação do ciclo de vida do produto estão ligados ao tipo de avaliação, onde temos a quantitativa como a ACV, ou semi-qualitativa ou qualitativa como as listas de verificação e a matriz materiais, energia e emissões (MET). Uma avaliação qualitativa do ciclo de vida, apresenta uma visão geral dos impactos ambientais sobre os quais deverão ser tomadas medidas, e os métodos quantitativos trazem informações detalhadas, que necessitam um maior tempo de tratamento e conhecimento voltado ao tipo de ferramenta (ÁGUAS,2009).

De acordo com Baumann et al (2002), as ferramentas de ecodesign podem ser classificadas em seis itens, que são: *frameworks*, *guidelines* e *checklists*, *rating* e *ranking*, *software* e sistemas *expert*, ferramentas analíticas e ferramentas organizacionais.

Os *frameworks* normalmente apresentam ideias gerais a respeito do que deve guiar as condições ambientais no processo de desenvolvimento do produto, onde

usualmente são acompanhados por um kit de ferramentas e estratégias técnicas. *Guidelines e checklists* são diretrizes qualitativas que listam as situações a serem analisadas no processo de desenvolvimento do produto, e são também utilizadas para verificar se um determinado requerimento foi satisfeito ou não. As ferramentas de *ranking e rating* são em geral quantitativas e simples, onde apresenta um sistema de classificação em escala predeterminada para avaliação dos impactos ambientais na fase de produção onde está sendo aplicada (BAUMANN; BOONS; BRAGD, 2002).

As ferramentas analíticas são geralmente quantitativas e bastante abrangentes, onde avaliam e medem o desempenho ambiental do produto. Os softwares e os sistemas experts são ferramentas capazes de armazenar informações ambientais complexas e possibilitam o manejo da mesma de forma ágil e simples. Por fim, as ferramentas organizacionais que dão direção e informações sobre como se organizar, por exemplo, uma sequência de tarefas ou a cooperação de certas funções de negócios com as partes interessadas no processo, focando a inserção da sustentabilidade na estratégia da empresa (BAUMANN; BOONS; BRAGD, 2002).

Butel-Bellini *et al* (1999), elencaram quarenta e sete métodos e ferramentas, os quais dividiram em dois grupos: as ferramentas de análise do impacto ambiental do produto no ambiente, que são apresentados no Quadro 5, e as ferramentas de melhoria da concepção ambiental do produto, ilustradas no Quadro 6.

Quadro 5- Ferramentas de análise do impacto ambiental do produto no ambiente.

Análise do Ciclo de Vida	ACV (ISO 14040); CML; EPS; Tellus; Ecopoints; Eco-profiles; Méthode Monocritères (NF X30-110).
Métodos dos Eco Indicadores	Eco-Indicator 95; Logiciel ECOSCAN.
Análise dos Custos do Ciclo de Vida	Redi Tool.
Abordagens Matriciais	Grelha de Avaliação; Grelha de Avaliação Simplificada e Qualitativa do Ciclo de Vida; Product Improvement Matrix AT&T; Product Life Cycle Matrix; MET Matrix (Brezet et al., 1997).
Avaliação baseada na Regulamentação	Método EDF.
Índice Ecológico	Método J. P. Ventère (Ventère, 1995).
Listas de Controle e Materiais	Eco-estimator e Fast Five Awareness (Meinders, 1997); Design for Recycling (Steinhilper, 1995); US Clean Air Act; Lista Negra e Cinzenta da Volvo.

Fonte: Autor, adaptado de Butel-Bellini (1999, apud ÁGUAS,2009).

Quadro 6- Ferramentas de melhoria da concepção ambiental do produto.

Normas	Normas Gerais (FD X 30-310, NF ISO 11469, Guide ISO 64); Sectoriais (R 10-401 e XP R 10-402 para o sector automóvel) ou interna à empresa.
Listas	Linha Directriz [Concepção para uma melhor eco-eficiência, Lista de controlo (Roda de estratégias de ecodesign (Brezet et al., 1997)); Product Improvement Matrix AY&T; Lista de materiais (Lista Negra e Cinzenta da Volvo); Abordagem à eco-rotulagem (Ecolabel Europeia, NF Environment, Ange Blue, Cygne Blanc).
Guias Gerais	Ecodesign: A promising approach to sustainable production and consumption (Brezet et al., 1997); Life Cycle Design. A Manual for Small and Medium Sized Companies (Behrendt et al.); Design for disassembly (Schmaus & Kahmeyer 1992); Design for Dismantling (Simon, 1991). Designing Technical Products for ease of Recycling. VDI 2243 (Beitz et al., 1991) Handbook for Design of Environmentally Compatible Electronic Products. (Bergendahl et al. 1995); e guias internos às empresas: Point of no Return: Philips EcoDesign guidelines, (Philips Electronics, (1997) Ed: Herman Meinders), e Prise en compte de l'environnement dans la conception de produits : guide général de Schneider Electric (Laurent, 96).
Ferramentas Organizacionais	Análise de Valor e engenharia concorrente.
Outras	Reverse Fishbone Diagram: A Tool in Aid of Design for Product Retirement. (Ishii, K. Lee,B. (1996); Material Selection Issues in Design for Recyclability (Ishii, K. 1996) ou a matriz Eco-portfolio (Brezet et al., 1997).

Fonte: Autor, adaptado de Butel-Bellini (1999, apud ÁGUAS,2009).

Com base na revisão de literatura realizada, foi possível sistematizar um número significativo de métodos e ferramentas disponíveis. Foram selecionadas quatro ferramentas para análise mais detalhada, com o objetivo de verificar sua potencialidade de aplicação no empreendimento foco deste estudo.

3.3.3.1 Avaliação do Ciclo de Vida (ACV)

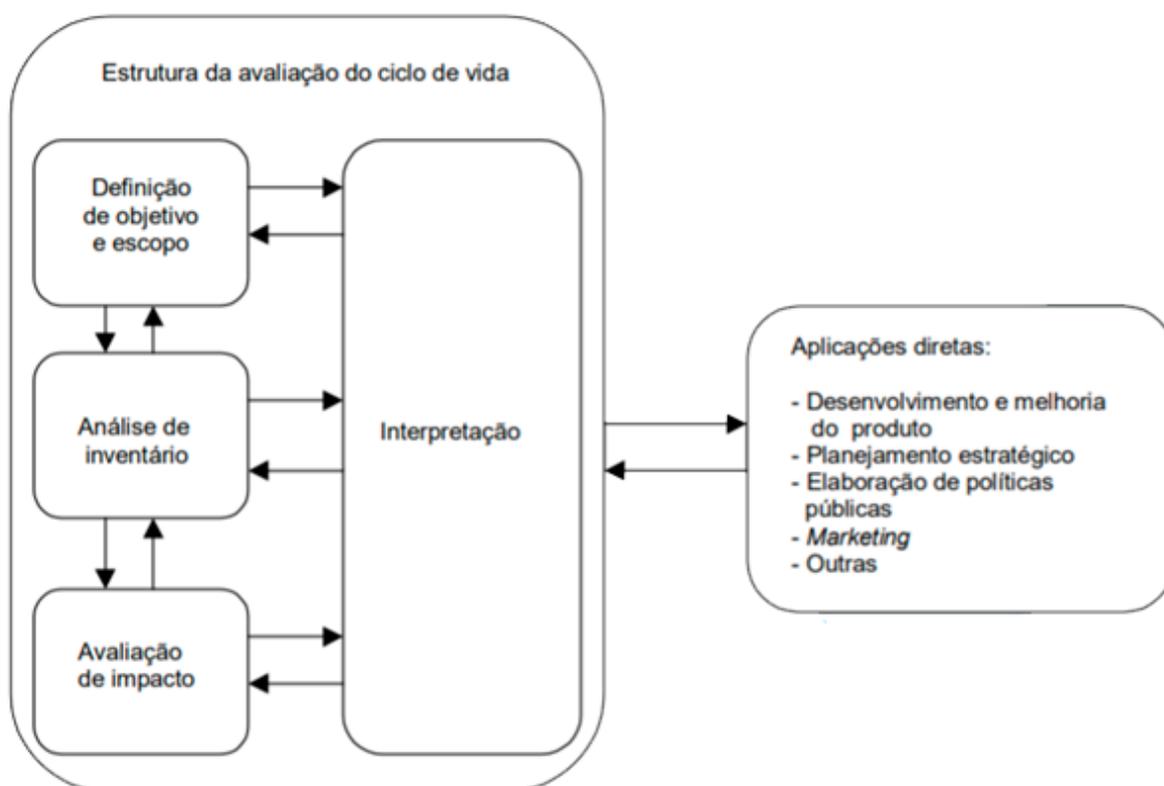
A ACV estuda os impactos potenciais e os aspectos ambientais presentes em toda a vida de um produto, da sua origem até sua destinação final, onde considera nas categorias gerais de impactos ambientais o uso de recursos, a saúde humana e

as considerações ecológicas (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2001). A NBR ISO 14040 define que:

A ACV é uma técnica para avaliar aspectos ambientais e impactos potenciais associados a um produto mediante: a compilação de um inventário de entradas e saídas pertinentes de um sistema de produto; a avaliação dos impactos ambientais potenciais associados a essas entradas e saídas; a interpretação dos resultados das fases de análise de inventário e de avaliação de impactos em relação aos objetivos dos estudos (NBR ISO 14040, 2001, p. 02).

O estudo de avaliação do ciclo de vida é dividido em quatro etapas principais: definição de objetivos e âmbito, análise de inventário, análise de impacto e interpretação dos resultados (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2001). A Figura 4 exibe a estrutura da avaliação do ciclo de vida.

Figura 4-Fases de um estudo de ACV.



Fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, (2001).

Com a ACV, é possível: identificar os processos, materiais e sistemas que mais afetam o ambiente; comparar ações de minimização de risco; traçar uma estratégia de longo prazo para o uso dos materiais e projeto de um produto (GIANNETTI, ALMEIDA, 2006). O Quadro 7 exibe os conceitos de cada etapa:

Quadro 7- Etapas de aplicação da análise do ciclo de vida.

Etapa	Conceito
Definição de objetivos e âmbito	Define o contexto da análise e especifica qual é a unidade funcional a ser utilizada. A unidade identifica a referência com a qual os inputs e outputs se relacionam e deve ser mensurável. Descreve os limites do produto e as limitações do estudo.
Análise de inventário	O sistema do produto é dividido em subprocessos como extração, transporte e montagem, onde são calculadas as matérias primas utilizadas, a energia gasta e as emissões para a atmosfera, sistema de água e solos.
Avaliação de Impacto	Esta fase implica a associação de dados do inventário com impactos ambientais específicos. A fase pode incluir elementos como a classificação, a atribuição de dados do inventário com as categorias do impacto. As categorias de impacto podem ser, a utilização de recursos naturais renováveis ou não renováveis, a alteração climática, a redução da camada de ozono e a acidificação. Os vários <i>inputs</i> e <i>outputs</i> para os diversos problemas ambientais é definido na fase de caracterização. Por fim na fase de avaliação, são comparados entre si os diferentes problemas ambientais, com atribuição de valores, podendo ser realizada quantitativamente com qualitativamente.
Interpretação	São combinados consistentemente os resultados de todas etapas, de forma a elencar conclusões e realizar recomendações. A interpretação dos resultados pode assumir a forma de conclusões ou recomendações para quem toma as decisões.

Fonte: Autor, adaptado de ÁGUA (2009).

De acordo com Otte (2008), se destaca que devido à complexidade da ACV, sua aplicação é mais difícil, portanto, seu custo é maior. Em seu trabalho, Água (2009), destaca que a ACV é a ferramenta mais conhecida e utilizada em ecodesign, devido a ser extremamente útil, suportando a seleção de materiais e fornecendo uma visão abrangente e uma melhor compreensão da relação entre os impactos ambientais e características do produto. A autora cita também algumas desvantagens, como a lenta aplicação no processo de desenvolvimento do produto, sendo mais difícil e onerosa a aplicação em um produto novo.

3.3.3.2 Eco Indicator 99

O método é utilizado para avaliar os impactos ambientais de produtos e sistemas existentes, pensando em redesenhar e/ou desenvolver um produto novo,

com a aplicação de critérios tradicionais de ACV de forma simplificada e veloz (ÁGUA, 2009). Existem três grupos como áreas de impacto ou categorias de danos, que são a saúde humana, qualidade do ecossistema e recursos (PIASECKA et al, 2020).

Eco-indicador 99, define o termo "ambiente" com três grupos: saúde humana onde inclui o número e a duração de doenças e anos de vida perdidos devido à morte prematura do ambiente, onde os efeitos que inclui são: mudanças climáticas, redução da camada de ozônio, efeitos carcinogênicos, efeitos respiratórios e radiação ionizante (nuclear); qualidade do ecossistema onde contempla o efeito nas espécies e diversidade, especialmente para plantas vasculares e organismos inferiores, onde os efeitos que inclui são: eco toxicidade, acidificação, eutrofização e uso do solo; recursos onde apresenta a energia excedente necessária para extrair recursos minerais e fósseis de qualidade inferior (MINISTRY OF HOUSING, SPATIAL PLANNING AND THE ENVIRONMENT, 2000).

O *Ministry of housing, spatial planning and the environment* (VROM) (2000), cita que devem se seguir 5 etapas na aplicação correta da ferramenta. O Quadro 8, apresenta a descrição de cada etapa da elaboração do Eco-indicador 99.

Quadro 8- Descrição das etapas do Eco-indicador 99.

Etapa	Conceito
Definição da finalidade do cálculo	Caracterizar o produto ou componente do produto que será analisado; definir se o estudo consiste em uma análise do produto específico ou consiste em uma comparação de produtos; definir o nível de precisão.
Definição do ciclo de vida	Desenhar uma visão geral esquemática do ciclo de vida do produto, atribuindo a mesma atenção à produção, uso e processamento de resíduos.
Quantificação de materiais e processos	Definir uma unidade funcional; quantificar todos os processos importantes da árvore de processos; realizar suposições para informações ausentes.
Preenchimento do formulário	Anotar os materiais e processos, com valores, no formulário; encontrar os valores relevantes do Eco-indicador e inseri-los; calcular as pontuações multiplicando os montantes pelos valores do indicador; adicionar os resultados subsidiários juntos.
Interpretação dos resultados	Combine as conclusões (provisórias) com os resultados; verificar o efeito de suposições e incertezas; alterar as conclusões (se apropriado); verificar a eficácia dos cálculos.

Fonte: Autor, adaptado de *Ministry of housing, spatial planning and the environment* (2000).

Segundo o *Ministry of housing, spatial planning and the environment* (2000), a metodologia utilizada pelo método consiste nas três etapas, que correspondem a:

1. Inventário de todas as emissões relevantes, extrações de recursos e uso da terra em todos os processos que formam o ciclo de vida de um produto. Este é um padrão procedência na Avaliação do Ciclo de Vida (ACV);
2. Cálculo dos danos que esses fluxos causam à Saúde Humana, Qualidade e recursos do ecossistema;
3. Ponderação das três categorias de danos. O prejuízo à saúde humana, expresso como o número de anos de vida perdidos e o número de anos vividos com deficiência. O prejuízo à qualidade do ecossistema, expresso como a perda de espécies ao longo de uma determinada área, durante um certo tempo. Por fim o Danos aos recursos, expressos como a energia excedente necessária para futuras extrações de minerais e combustíveis fósseis.

A metodologia pode expressar duas formas de incerteza, as incertezas sobre a correção dos modelos usados que contém escolhas de valor, como a escolha do horizonte de tempo no modelo de dano, ou a questão se devemos incluir um efeito, mesmo sem a prova científica de que o efeito existe por completo, e as incertezas dos dados, correspondentes a dificuldades de medir ou prever efeitos (MINISTRY OF HOUSING, SPATIAL PLANNING AND THE ENVIRONMENT, 2000).

3.3.3.3 Matriz MET

De acordo com Brady (2005) o princípio deste método baseia-se em preencher uma matriz, onde as linhas simbolizam fases fundamentais do ciclo de vida do produto e as colunas representam os três principais aspectos ambientais, que correspondem ao Ciclo de Materiais (M), Uso de Energia (E) e Emissões Tóxicas (T). O autor afirma que o principal objetivo do método é identificar características do produto que causam um maior impacto ambiental, sendo que a ferramenta permite estabelecer uma priorização dos aspectos e impactos ambientais, fornecendo um bom ponto de partida para melhorias nos processos.

A análise do ciclo do material engloba itens como escassez das matérias-primas e sua renovação, degradação do meio, utilização de materiais reciclados, reutilização e reciclagem, número de materiais utilizados na produção e tempo de vida. A análise do consumo de energia abrange a energia utilizada na produção, absorvida no produto e na sua fase de uso. Na parte de emissão tóxica, são apresentadas todas que ocorrem nas diferentes fases do ciclo de vida do produto

(BRESET et al (1997, apud ÁGUAS,2009). A Figura 5 exibe um exemplo da matriz MET.

Figura 5-Matriz MET para análise ambiental de produtos.

		Ciclo do Material Input/ output	Utilização de Energia Input/ output	Emissões Tóxicas Output
	Produção e distribuição de materiais e componentes			
	Fabrico			
	Distribuição			
	Utilização	Operação		
		Manutenção		
	Sistema de fim-de-vida	Recuperação		
		Eliminação		

Fonte: (BRESET et al ,1997, apud ÁGUAS,2009).

De acordo com Byggeth, Hoschhorner (2006, apud GUELERE FILHO, 2008) a metodologia utilizada passa pela discussão da função do produto, definição da unidade funcional e dos limites do sistema, listagem dos materiais, energia e substâncias tóxicas consumidas em todas as fases do ciclo de vida, e avaliação, onde os resultados e dados empregados podem ser quantitativos ou qualitativos, apresentando um ponto de vista do ciclo de vida, podendo ser utilizado como um modelo a ser seguido.

3.3.3.4 Matriz Design for Environment Matrix (DfE)

O método *Design for Environment Matrix*, é aplicado para medir possíveis prejuízos ambientais de um determinado produto e para isso, analisa-se os aspectos ambientais implicados nas fases do seu ciclo de vida, e a partir das respostas alcançadas, compara-se o artigo em produção com o artigo original ou averigua-se

alternativas de projeto para o desenvolvimento um novo objeto (redesign), mantendo os parâmetros econômicos, de valor do cliente e de manufaturabilidade (PIGOSSO, 2008).

De acordo com Yarwood e Eagan (1998), criadores do método, uma maneira sistemática de inserir características ambientais no design do produto é definida como o *Design for Environment* (DfE), que detém três pontos essenciais: leva-se em conta todo o ciclo de vida do produto; é utilizado no início da produção do produto; tudo é definido a partir de um conjunto de princípios alinhados com a ecologia industrial, pensamento integrativo ou outra estrutura. Segundo os autores o DfE considera os impactos ambientais potenciais de um produto em todo seu ciclo de vida, onde as etapas são definidas como:

- Pré-fabricação: definição das matérias primas para a fabricação do produto;
- Fabricação: todas as etapas da produção dentro da empresa, desde a entrada das matérias primas até o produto estar pronto para a embalagem;
- Embalagens e distribuição: material e procedimento para embalagem do produto e sistema de distribuição para o cliente;
- Uso e manutenção: tempo decorrido do momento que o cliente recebe o produto até seu descarte, incluindo manutenções, substituições parciais, revisões e impactos gerados no uso;
- Fim da vida: definição do destino do produto, reciclagem, reaproveitamento ou descarte correto.

As etapas do ciclo de vida correspondem às linhas da matriz, e os aspectos ambientais definidos pelo método (materiais, consumo de energia, resíduos sólidos, efluentes líquidos, emissões gasosas) as colunas, como ilustrado na Figura 6.

Figura 6-Estrutura de trabalho da DfE Matrix.

Fases do Ciclo de Vida		Aspecto Ambiental					Total
		1	2	3	4	5	
		Materiais	Consumo de Energia	Resíduos Sólidos	Efluentes Líquidos	Emissões Gasosas	
A	Pré-manufatura	(A.1)	(A.2)	(A.3)	(A.4)	(A.5)	
B	Manufatura	(B.1)	(B.2)	(B.3)	(B.4)	(B.5)	
C	Distribuição e Embalagem	(C.1)	(C.2)	(C.3)	(C.4)	(C.5)	
D	Uso do Produto e Manutenção	(D.1)	(D.2)	(D.3)	(D.4)	(D.5)	
E	Fim de Vida	(E.1)	(E.2)	(E.3)	(E.4)	(E.5)	
Total							

Fonte: (YARWOOD, EAGAN, 1998).

Em relação ao preenchimento de cada célula, Pigosso (2008) cita que:

O preenchimento de cada célula da matriz (definida pelo cruzamento entre aspectos ambientais e fases do ciclo de vida do produto) é feito por meio de um sistema de pontuação guiado por 100 perguntas definidas pelo método. A pontuação total obtida com o preenchimento de todas as células da matriz indica de forma semiquantitativa as fases do ciclo de vida do produto objeto de análise em que ocorrem os maiores impactos ambientais e que devem, portanto, serem otimizados pelos desenvolvedores de produtos de forma a melhorar o desempenho ambiental do produto. A pontuação máxima sem as informações opcionais relacionadas aos fornecedores (pré-manufatura) é de 100 pontos. Considerando-se os fornecedores, a pontuação máxima é de 125 pontos (PIGOSSO, 2008, pg 32).

Segundo Pigosso (2008), a pontuação total da matriz consiste em uma medida relativa das características do produto e complementa os parâmetros econômicos, de valor do cliente e de manufacturabilidade, que necessitam ser avaliados. A confecção de projetos mais sofisticados, com baixos custos, menor tempo de trabalho e preocupação com regulamentações, com melhor inserção no mercado e com melhorias ambientais, são algumas vantagens da ferramenta para quem confecciona o produto (YARWOOD, EAGAN, 1998).

3.3.4 Oportunidades e desafios

De acordo Derossi (2012), o Ecodesign resulta tanto em benefícios ambientais como econômicos, que podem trazer melhorias na competitividade das empresas e seus produtos como: minimização dos impactos ambientais e aperfeiçoamento na gestão de resíduos, adequando conforme requisitos legais; redução no uso de matéria prima e energia; diminuição de custos de produção. Segundo a autora, esses fatores são responsáveis pela diminuição do custo de fabricação do produto, aumento da margem de contribuição e em paralelo promove o desenvolvimento de uma imagem inovadora e positiva elevando a capacidade competitiva dos produtos e da marca.

O número de adeptos a comprar produtos verdes é crescente, em decorrência do problema de degradação ambiental gerado pelo estilo de vida atual aparecer em discussões nos variados círculos sociais, trazendo a consciência de que com pequenas mudanças é possível contribuir para reduzir os danos (LANGER, 2011).

Otte (2008), afirma que os produtos desenvolvidos através do ecodesign devem incluir a questão econômica, para que a não ocorra somente o aumento do custo e inviabiliza a aquisição do produto por uma parcela da população, ao mesmo tempo que aumente o número de vendas e lucros, tornando viável os projetos adequados ambientalmente. A autora também cita que a questão da estética também deve ser examinada, visto que o ser humano é influenciado por esse fator na compra do produto, evitando algumas soluções que não considerem essa variável.

A fabricação de produtos ecoeficientes visa de maneira organizada e coerente, aprimorar o perfil ambiental de produtos nas suas diversas fases de ciclo de vida, entretanto a aplicação deste modelo de gestão ambiental pode ser barrada devido às influências externas e internas que sofre (HEMEL, CRAMER, 2002). Os autores destacam outras barreiras ao ecodesign, além das percebidas pela empresa, como:

- a) Incerteza sobre os benefícios ambientais;
- b) Falta de sentimento de responsabilidade pelos danos;
- c) Relevante apenas se suportada pela legislação ambiental;
- d) Relevante só se suportada pelas demandas de mercado;
- e) Gera uma desvantagem comercial para a empresa;

- f) Estabelece um conflito com os requisitos funcionais dos produtos atuais;
- g) Não se classifica como oportunidade de inovação tecnológica;
- h) Execução decorre das possibilidades técnicas disponíveis;
- i) Consideração do redesenho do produto um investimento improdutivo;
- j) Falta de tempo pelas empresas;
- k) Falta de conhecimento da empresa.

As barreiras e os elementos motivadores do ecodesign se diferenciam conforme o tipo de empresa, seu setor de atividade, suas aptidões e seus perfis de clientes, portanto, é necessário que cada empresa escolha as ferramentas mais apropriadas a seu sistema de produção, visando a criação de produtos ecoeficientes (ALVES, FREITAS, 2012).

De acordo com Theyel (2000), os empecilhos principais são conferidos aos problemas sociais e psicológicos, como por exemplo diferenças de visão entre os que propõem e os que executam, complexidade organizacional e ausência de cooperação, o que ocasiona a ausência das considerações ambientais no planejamento estratégico da organização e conseqüentemente a falta de efetividade na aplicação da ferramenta.

3.3.5 Estudo de caso de aplicação do ecodesign

A seguir será apresentado alguns estudos de caso onde é possível verificar a aplicação dos princípios, estratégias e ferramentas do ecodesign.

3.3.5.1 Skateboard Folha Seca

De acordo com Braga (2014), o escritório Fibra Design em conjunto com a plataforma de design colaborativo *Lets Evo* criaram um novo material definido como BIOplac, empregado na elaboração de um skateboard. Este material se caracteriza pela composição de três camadas interiores de bambu mossô orgânico, provenientes

do Brasil e ausentes de agrotóxicos, além de duas camadas de um compósito composto por juta, malva e carauá, reforçados com 30% de polipropileno reciclado, deixando o compósito não-madereiro.

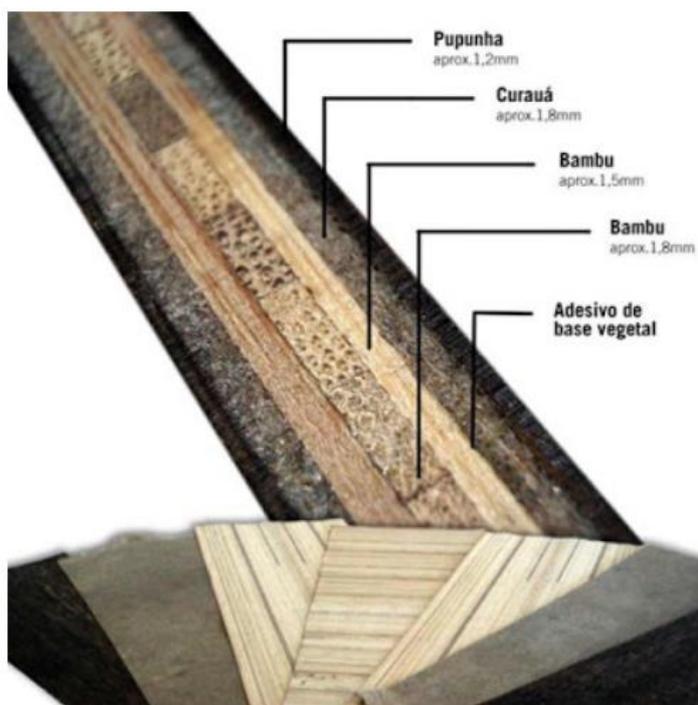
Na parte externa apresenta duas camadas fabricadas com laminado de pupunha, oriundo de resíduos da agroindústria do palmito sustentável (FERNANDES (2008, apud BRAGA,2014). Às camadas são fixadas por meio de um adesivo produzido a partir do óleo de mamona (FIBRA DESIGN (2011, apud BRAGA,2014). A Figura 7 ilustra o skateboard Folha Seca, e a Figura 8 as camadas que formam o material.

Figura 7-Skateboard Folha Seca.



Fonte: (FIBRA DESIGN ,2011).

Figura 8-Representação das camadas do BIOplac.



Fonte: (IT'S GREEN DESIGN, 2008).

3.3.5.2 Movelaria Butzke

O trabalho realizado por Otte (2008), relata que o setor moveleiro é compatível com as ferramentas de ecodesign. O trabalho avalia a linha de produção, os produtos existentes, matérias primas e resíduos gerados. Como resultado obteve um aumento na produtividade, passando de 64% para 73%, com a alteração do layout. Na parte de resíduos, promoveu o recolhimento e destinação correta ou venda.

Na parte de forma e função, relatou o redesign, pensando em gerar uma quantidade menor de sobras, assim como utilizar menos matéria prima para a confecção do produto, promovendo valor a peça com um novo design. A avaliação interna consta uma redução de 76,85% na geração de resíduos de madeira por mês, e uma redução de 93,37% no estoque de retalhos. O estudo relata que os usos dos princípios do design ambientalmente adequado são simples, de baixo custo, boa eficiência, trazendo competitividade, resultados econômicos e ambientais para o negócio.

3.3.5.3 Produtos em eco-compósito de resíduos particulados e pedaços descartados de madeira

O artigo elaborado por Teixeira, Santos Junior e Couto (2016), teve como objetivo comprovar a aplicação de conceitos da ecologia industrial e do ecodesign como fundamentos para confecção de produtos elaborados através de resíduos particulados e pedaços sólidos descartados de madeira, classificados como resíduos em solução aparente. Um tampo para mesa foi definido como protótipo do estudo, visto que o segmento de móveis é um consumidor habitual de madeira.

O trabalho consistiu em três fases, onde na Fase I ocorreu a coleta do resíduo em uma fábrica de produtos de madeira serrada, localizada na cidade de Salvador – Bahia, além da caracterização do sistema e classificação dos seus resíduos. Na Fase II, foi estudada a elaboração de um protótipo para o tampo da mesa, buscando dimensioná-la para englobar o reaproveitamento da variedade de resíduos disponíveis. Por fim, na Fase III, foi executada a produção do tampo de mesa, utilizando quatro etapas: construção do anel estrutural a partir de pedaços de tábuas de pinus descartadas; produção do compósito com resíduo particulado e posterior confecção da tampa interna; moldagem da tampa interna; e por fim montagem final. A Figura 9 exibe o produto final desenvolvido.

Figura 9-Tampo para mesa produzido no estudo.



Fonte: (TEIXEIRA, SANTOS JUNIOR, COUTO, 2016).

3.3.5.4 Shape Sustentável

O trabalho realizado por Souza e Mulinari (2014), consistiu em desenvolver um laminado sustentável para confecção de shape de skate a partir de materiais oriundos de fontes renováveis. Os laminados foram feitos através de moldagem por compressão com fibras de vidro e fibra de juta, dispostos de três maneiras diferentes, que foram submetidos a testes de resistência ao impacto.

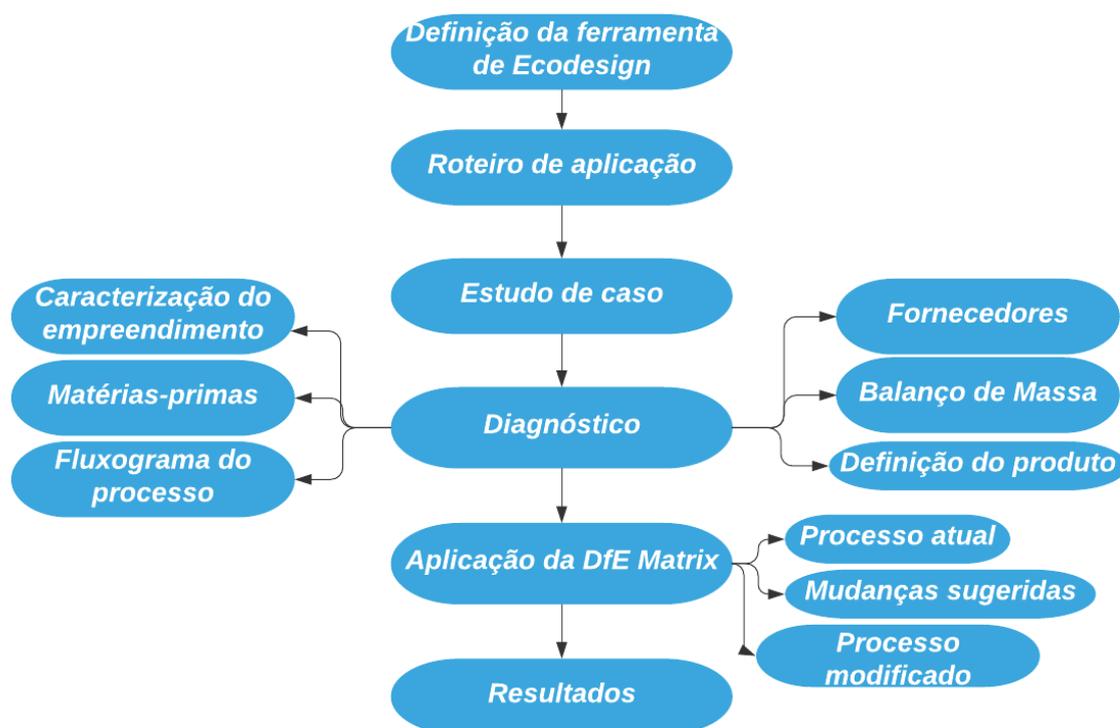
Os laminados mostraram resistência ao impacto superior quando comparado aos modelos de shapes utilizados atualmente. Essa resistência variou conforme a disposição dos tecidos, interferindo diretamente na energia absorvida e resistência ao impacto. Os laminados manifestaram um mecanismo de fratura complexo, englobando mecanismos de falhas como ruptura de fibra, trincamento da matriz e descolamento da fibra. Os autores sugerem a substituição parcial dos laminados de maneira para compósitos híbridos.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Neste capítulo são apresentadas as etapas realizadas para alcançar os objetivos propostos desse estudo que caracteriza-se como descritivo e exploratório. O estudo foi dividido em três partes: 1) Seleção da ferramenta de ecodesign para aplicação no estudo de caso; 2) Descrição detalhada do roteiro do método selecionado; 3) Estudo de caso aplicado no setor de skates artesanais. 4) Diretrizes para aplicação no processo.

Para melhor organização do trabalho e visando alcançar os objetivos propostos, foram definidas as etapas para o estudo de caso, como mostra a Figura 10.

Figura 10-Etapas metodológicas do estudo de caso.



Fonte: Autor (2020).

4.1 ESCOLHA DA FERRAMENTA DE ECODESIGN

Com base em todas as informações levantadas no referencial bibliográfico realizado no capítulo anterior do trabalho, foi definido a metodologia utilizada na

aplicação do ecodesign no estudo de caso proposto. A ferramenta escolhida foi a Matriz DfE. A escolha foi realizada com base no estudo de Pigosso (2008), que classifica a ferramenta em função de alguns critérios, como ilustrado no Quadro 9.

Quadro 9- Classificação da DfE Matrix em função dos critérios de classificação.

DfE Matrix	
Natureza do Objetivo Principal	Comparativa
Tipo de Ferramenta	Matrizes e Guidelines
Dados de Entrada	Qualitativo e Quantitativo
Dados de Saída	Quantitativo
Tempo Demandado para Uso	Baixo
Custo para Aplicação	Baixo
Grau de Especialização do Usuário	Baixo
Nível de Maturidade	Case
Nível de Detalhamento	Completo
Fases do Ciclo de Vida Consideradas	Todas
Origem	Ecodesign
Método de Avaliação Ambiental	Não

Fonte: Autor, adaptado de PIGOSSO (2008).

Destaca-se que a DfE Matrix apresenta um tempo demandado para uso, custo de aplicação e grau de especialização do usuário baixos. Apresenta nível de detalhamento completo, contemplando todas as etapas do ciclo de vida. Essas características foram essenciais para a escolha da ferramenta, que mostrou grande potencial para aplicação em micro e pequenas empresas, prevenindo impactos ambientais, e podendo gerar vantagens econômicas e competitivas.

Foi descartado as demais ferramentas pesquisadas no capítulo de referencial bibliográfico devido aos motivos citados a seguir: complexidade de aplicação da AVC; disponibilidade do programa e conhecimento para aplicação do Eco indicador 99; benefícios apresentados para a aplicação em pequenos negócios o da DfE Matrix em comparação a Matrix MET.

4.2 ROTEIRO PARA APLICAÇÃO DA DFE MATRIX

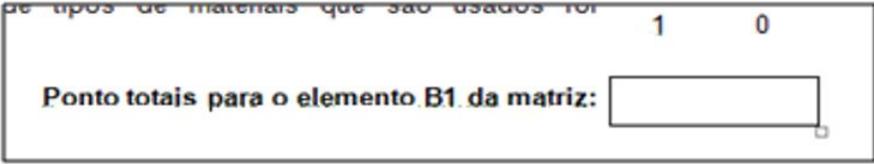
Como guia para aplicação da Dfe Matrix, foi utilizado o roteiro desenvolvido no trabalho de Cobra (2012). O autor desenvolveu etapas metodológicas adaptado de Yarwood e Eagan (1998) para a aplicabilidade da ferramenta de ecodesign, de uma forma clara e objetiva, como mostra o Quadro 10.

Quadro 10- Roteiro para a aplicação da Dfe Matrix.

(continua)

RESULTADOS ESPERADOS	A ferramenta Dfe matrix (Design for Environment Matrix), uma ferramenta simplificada para a avaliação do ciclo de vida, realiza uma estimativa semi-quantitativa dos impactos ambientais nas diversas fases do ciclo de vida do produto. A avaliação é realizada por meio da resposta de um questionário com pontuação pré-estabelecida que sumariza as melhores práticas para o desenvolvimento de produtos com melhor desempenho ambiental. Quanto maior o valor obtido pela Dfe Matrix, melhor é o desempenho ambiental do produto. O resultado pode ser utilizado para comparar alternativas de projeto, conceitos de produto e diferentes produtos, além de identificar áreas com maior potencial de melhoria do desempenho ambiental.	
ATENÇÃO: LEIA ATENTAMENTE O ROTEIRO ANTES DE PROCEDER AO PREENCHIMENTO DA MATRIZ		
INFORMAÇÕES E PADRÕES NECESSÁRIOS	Componente	Descrição
	Questionário	<p>Encontra-se dividido em 5 itens (A, B, C, D e E) que correspondem às fases do ciclo de vida (pré-manufatura; manufatura; embalagem e transporte; uso e manutenção; fim de vida). Cada fase do ciclo de vida é avaliada considerando-se 5 aspectos ambientais (1, 2, 3, 4, 5) (materiais, consumo de energia, resíduos sólidos, resíduos líquidos e resíduos gasosos).</p> <p>A matriz possui 25 campos para indicação do valor correspondente à soma das respostas dentro de cada um dos 25 subitens (A1, A2...; B1, B2,) do questionário. Os campos associam sempre uma fase do ciclo de vida e um aspecto ambiental. Cada aspecto ambiental e fase do ciclo de vida, por sua vez, possui um campo "total" associado, onde é feito somatório das respostas. Nesse momento vá até a aba matriz e observe seu conteúdo.</p>
ANTES DE PROSSEGUIR, LEIA ATENTAMENTE O QUESTIONÁRIO PARA SE FAMILIARIZAR COM SEU CONTEÚDO.		

(continua)

PASSO A PASSO	1. Preenchimento do questionário.
	<p>1.1 Para responder as questões do item “A”, Pré-manufatura, são necessárias informações dos fornecedores de peças, componentes e matérias primas. Assim, apresentam-se duas opções: 1) fazer uma pesquisa com os fornecedores ou 2) responder o questionário a partir do item “B”, Manufatura, desconsiderando, assim, o impacto da cadeia de fornecimento. Deve-se ressaltar que essa opção não é recomendada, pois o ecodesign pressupõe consideração dos impactos causados por todo o ciclo de vida do produto.</p>
	<p>1.2 Responda as questões dentro dos itens A B, C, D e E. Se a resposta para dada questão for “sim” circule o número de pontos correspondentes na coluna “sim”. Caso a resposta seja “não” circule o zero em frente à questão na coluna “não”. Se a pergunta não se aplicar ao produto, ou ele não exercer impacto na área abordada, responda “sim”.</p>
	<p>Exemplo: A questão B.4 pergunta “Se solventes perigosos ou óleos são usados, foram testadas alternativas para evitar o uso dessas substâncias?”. Se seu processo não usar solventes ou óleos, então seu produto não possui impacto nessa área, e sua resposta deve ser “sim” uma vez que as questões foram escritas de maneira que a resposta “sim” estivesse associada a um impacto positivo.</p>
	<p>1.3 Para cada subitem (exemplo: A1, A2, A3...) devem ser somadas as respostas e o valor obtido deve se anotado no quadro correspondente.</p>  <p>The screenshot shows a portion of a questionnaire matrix. At the top, it says "de tipos de materiais que são usados por" followed by two columns labeled "1" and "0". Below this, it asks "Ponto totais para o elemento B1 da matriz:" followed by a rectangular input box with a small cursor icon on the right side.</p>
	2. Preenchimento da matriz
	<p>2.1 O item A está dividido em 5 subitens os quais contém uma questão de 5 alternativas, cada uma associada a um número de pontos. Nesses subitens apenas uma alternativa deve ser escolhida e seu valor em pontos anotado no campo correspondente da matriz. Exemplo: na questão A.1 apenas 1% dos fornecedores da empresa possuem Sistema de Gestão Ambiental (SGA), então a alternativa a ser marcada é “a” que equivale a 2 pontos, que serão transcritos no campo A.1 da matriz.</p>

(continua)

Para cada um dos 20 subitens restantes do questionário existe um campo correspondente na matriz onde serão anotadas as somas das respostas que formam os pontos totais dos subitens. Exemplo: se no item B1 se foi respondido sim para as duas primeiras perguntas, então os pontos totais serão 3 e devem ser anotados no campo B1 da matriz (coluna 1 linha 2). Cada campo do interior da matriz se encontra nomeado com uma letra e um número que indicam o subitem correspondente (B.1 correspondendo a subitem B1)

A.1: Pré-manufatura X Materiais
Qual percentagem dos fornecedores da sua empresa responsáveis por este produto ou componente possui um Sistema de Gerenciamento Ambiental (SGA) em andamento?

a) 1 a 5% = 2 pontos
b) 6 a 25% = 3 pontos
c) 26 a 50% = 4 pontos
d) >50% = 5 pontos
e) 0% ou desconhecido = 0 pontos

B.1: Manufatura X Materiais
Para esse produto ou componente:

	Sim	Não
1. O uso de materiais recicláveis no seu produto é o maior possível?	1	0
2. Os materiais perigosos foram evitados ou minimizados?	2	0
3. A quantidade de material utilizado foi minimizada?	1	0
4. O número de tipos de materiais que são usados foi minimizado?	1	0
Ponto totais para o elemento B1 da matriz: 2		

Estágio do ciclo de vida	A	
	1 Materias	2 Consumo de Energia
A Pré-manufatura	(A.1) 2	(A.2) 1
B Manufatura	(B.1) 2	(B.2) 4
C Embalagem e Distribuição	(C.1) 3	(C.2) 1

2.2 A planilha associada ao roteiro foi elaborada em Microsoft Excel e foi programada de modo que a linha e a coluna "Total" sejam automaticamente preenchidas. Caso a matriz esteja sendo usada sob a forma impressa, então os valores de cada linha e coluna devem ser somados e escritos no campo correspondente na coluna ou linha "Totais".

2.3 No canto inferior direito da matriz, destacado em vermelho, fica a soma dos pontos totais da coluna ou linha totais, já que as duas somas apresentam sempre mesmo valor. Na matriz em Microsoft Excel esse valor é gerado automaticamente, e passa a dar uma pontuação para aquele produto ou alternativa de projeto. O máximo valor possível é 125 pontos caso todas as questões estejam preenchidas. Se o item A não for preenchido, o valor total possível cai para 100 pontos, 5 por subitem (cada item possui 5 subitens).

3. Resultados

3.1 Nota dada ao produto

A nota obtida na matriz mede o desempenho ambiental do produto. Esse valor deve ser tomado como uma referência a ser utilizada para avaliar o impacto de mudanças no projeto do produto também com esse resultado é possível comparar o desempenho de produtos diferentes ou alternativas de projeto, lançar linha de produtos com apelo ambiental e auxiliar na criação de um sistema rotulagem ambiental. A empresa pode estabelecer uma pontuação mínima desejada para a avaliação dos seus produtos e regular internamente a aplicação da ferramenta adaptando à suas características e estratégia.

(continua)

	3.2 Comparação de alternativas de projeto	
	<p>Uma vez que muitos termos usados nas questões são subjetivos, um sistema de classificação que fosse consistente entre os fabricantes, e especialmente entre as diversas indústrias, é virtualmente impossível. À medida que os times de projeto adaptam a ferramenta para o contexto da empresa, os resultados da matriz passam a se tornar relevantes apenas no contexto da própria empresa. A nota obtida na matriz permite comparar o impacto ambiental de projetos alternativos. Por exemplo, um projeto de um produto em particular atingiu a nota 84 enquanto um projeto alternativo para o mesmo produto atingiu a nota 56. Claramente, a primeira opção de projeto é superior de ponto de vista ambiental. Quando as notas de duas alternativas se encontram muito próximas (por exemplo, 63 e 65) a subjetividade das questões exige que o time discuta as diferenças entre as duas alternativas, podendo se aprofundar na análise de impacto ambiental.</p>	
	3.3 Reconhecimento de áreas que necessitam de mudanças	
	<p>Ao se comparar as pontuações obtidas por linhas, pode-se inferir sobre quais as fases do ciclo de vida mais problemáticas sob o ponto de vista ambiental. De forma análoga, as pontuações das colunas permitem identificar quais são os aspectos ambientais mais significativos. O time de projeto deve determinar quais mudanças de projeto são mais ou menos possíveis, considerando realidade da empresa e de seus produtos, e se esforços para cada medida são razoáveis e possíveis de se executar.</p>	
	3.4 Adaptação da ferramenta	
	<p>Sugere-se que seja estabelecida uma estratégia para se priorizar as células a serem consideradas para análises mais detalhadas. Como cada célula tem pontuação variando de 0 a 5 pontos, seria possível criar uma escala dentro desse faixa e associar diferentes níveis de desempenho ambiental. Por exemplo, uma célula com pontuação máxima 1 poderia ser considerada de baixo desempenho, pontuação variando entre 2 e 3 como desempenho intermediário e aquelas cuja pontuação ficar entre 4 e 5 como satisfatórias. Para complementar essa proposta, seria possível associar uma estratégia de priorização focando, por exemplo: as células de baixo desempenho no curto prazo, as de desempenho intermediário no médio prazo e as de alto desempenho no longo prazo. Por fim, deve-se ressaltar que essa priorização norteará a busca por melhorias no projeto do produto (veja detalhes no item "Recomendações para aplicação").</p>	
RECOMENDAÇÕES PARA A APLICAÇÃO	É útil ter em mãos durante o preenchimento do questionário, o conceito/projeto do produto, fluxogramas de manufatura e especificação dos materiais usados para auxiliar o time de desenvolvimento de produtos.	Passo 1

(continua)

	<p>O preenchimento da matriz deve ser feito por uma equipe cuja composição represente a de uma equipe que usualmente desenvolve produtos na empresa. Assim, profissionais de diferentes áreas de conhecimento e setores devem participar. A formação de uma equipe que não se assemelha às equipes de desenvolvimento de produtos comprometerá a consistência e utilidade dos resultados obtidos.</p>	Geral
	<p>O preenchimento da parte A da matriz deve considerar a necessidade de diálogo com os fornecedores e respectivo tempo demandado. Dessa forma, sugere-se que essa parte do questionário seja avaliada previamente, por exemplo, junto aos profissionais da área de suprimentos e compras para se dimensionar o tempo necessário para se obter as respostas. Sem essas considerações iniciais, é provável que a obtenção das respostas dos fornecedores seja apenas concluída ao término de todo o projeto, podendo comprometer a identificação dos pontos críticos do produto em relação a impacto ambiental.</p>	Passo 2.1
	<p>Uma boa prática é definir responsáveis para as linhas da matriz (fases do ciclo de vida). Essa atribuição de tarefas deve levar em consideração a estrutura organizacional da empresa. Por exemplo, para a fase de manufatura, o ideal seria que um profissional ligado ao processo de fabricação seja o responsável pelo levantamento das informações pertinentes. Caso a empresa tenha certificação ABNT NBR ISO 14001, seria ainda mais apropriado que o auditor interno líder fosse o responsável por essa linha, pois além de conhecer o processo de fabricação, esse profissional estará apto a responder também sobre os respectivos aspectos e impactos ambientais associados ao processo produtivo. Ao criar essa governança, tanto o preenchimento da matriz como a relação com as outras “linhas” ficam otimizada.</p>	Passo 2.1
	<p>A pontuação final das células deve ser feita em formato de workshops, pois assim todos os participantes têm a oportunidade de fazer suas considerações sobre as respostas dadas, o que gera resultados mais consolidados e evita eventuais retrabalhos.</p>	Passo 2.1
	<p>A equipe encarregada de utilizar a ferramenta deve se ocupar com a tarefa de customizar as perguntas para a sua empresa. Por exemplo, caso a empresa apresente uma lista de substâncias proibidas de serem utilizadas em seus produtos, as perguntas referentes a materiais perigosos devem ser entendidas à luz dessa lista em complemento às indicações sobre materiais feitas na própria ferramenta.</p>	Passo 1

	<p>Para que a equipe possa vislumbrar eventuais oportunidades de melhoria no projeto do produto, deve fazer o caminho contrário àquele seguido durante o preenchimento da matriz. Por exemplo, caso a célula C.1 tenha obtido uma pontuação fraca, a equipe poderia procurar oportunidade de melhorá-la analisando oportunidades de emprego de materiais reciclados e recicláveis na embalagem do produto, uma vez que as perguntas dessa célula abordam justamente essas questões. Também a abordagem "antes e depois" mostrando o perfil ambiental do produto antes e depois das melhorias sugeridas reforça as vantagens da ferramenta.</p>	(conclusão) Análise dos resultados
--	--	---

Fonte: (COBRA, 2012).

O questionário utilizado para obter as respostas necessárias para preenchimento da matriz e consequente desenvolvimento do método foi elaborado por Cobra (2012) com base em Yarwood e Eagan (1998), e encontra-se no Anexo A. O questionário foi aplicado ao gestor da empresa, no formato digital, onde encaminhou-se o questionário via endereço de e-mail para o preenchimento.

4.3 ESTUDO DE CASO NO SETOR DE SKATES ARTESANAIS

A fim de comprovar a eficácia da ferramenta DfE Matrix na implementação do ecodesign, foi realizado um estudo de caso em uma empresa do ramo de skates artesanais. Escolheu-se essa empresa devido a fatores como:

- existência de grande vontade do gestor da empresa de implementar o ecodesign na sua produção, minimizando os impactos ambientais gerados, diminuindo gastos, aumentando a competitividade, criando novos produtos e aumentando a visibilidade da empresa. Com isso o estudo teria uma maior possibilidade de execução de mudanças;
- a magnitude da empresa, que se classifica no regime de microempreendedor individual, porte este que junto com pequenas empresas, são o foco da escopo do trabalho, visando mostrar que é possível considerar os aspectos ambientais no desenvolvimento de produtos em companhias dessa dimensão;
- crescimento da empresa no mercado nacional e internacional utilizando as estratégias do ecodesign desde o princípio, buscando sistemas e certificações que comprovem seus princípios;

- localização da empresa, situada na cidade sede do estudo, possibilitando visitas e consultas a informações de forma mais eficaz;
- interesse do mercado consumidor da empresa por produtos provenientes de processos sustentáveis.

Com o objetivo de avaliar a aplicação do ecodesign no processo da empresa, foi elaborado o diagnóstico da empresa. Sistematizou-se informações imprescindíveis de funcionamento do empreendimento, visando a posterior aplicação da ferramenta DfE Matrix. O diagnóstico foi realizado através de observação direta no local, por meio de perguntas ao gestor da empresa, além de elencar a caracterização do empreendimento, as matérias-primas e os fornecedores, desenvolveu-se o fluxograma do processo e do balanço de massa e caracterizou-se os produtos da empresa, com foco no objeto escolhido para aplicação da DfE Matrix.

4.4 APLICAÇÃO DA MATRIX DFE

Na etapa da aplicação da DfE Matrix, foi efetuado o desenvolvimento da ferramenta, em dois momentos distintos, com base no roteiro elaborado por Cobra (2012). Aplicou-se o questionário duas vezes ao gestor da empresa, de acordo com a etapa metodológica da aplicação da ferramenta. Antes do início da execução da ferramenta, definiu-se o produto da empresa objeto do estudo. Escolheu-se o Skate modelo Simulador de Surf, visto este ser o artefato principal mais comercializado pelo estabelecimento.

No primeiro momento, foi realizado a aplicação da Dfe Matrix de acordo o ciclo de vida atual do produto. Aplicou-se o questionário ao diretor da empresa e executou-se as etapas do roteiro de aplicação com o objetivo de avaliar o ecodesign no processo atual.

Posteriormente, com base na primeira aplicação, foi sugerido alterações de materiais, processos e atividades no ciclo de vida do produto, com o objetivo de potencializar o conceito de ecodesign e melhorar o quesito ambiental do produto. Optou-se por modificações condizentes com a magnitude do empreendimento, com o foco em elencar situações que sejam possíveis de aplicação, de forma simples e com custo baixo ou nulo.

Em seguida, foi efetuado novamente a aplicação da ferramenta, agora com o ciclo de vida modificado, considerando as sugestões propostas na etapa anterior. Da mesma maneira que na primeira execução, foi encaminhado o questionário para o diretor da empresa e seguiu-se o roteiro de elaboração, com o objetivo de avaliar o ecodesign no processo modificado.

Por fim foi discutido os resultados obtidos, verificando-se se ocorreu mudanças significativas na aplicação do ecodesign e quesito ambiental do produto, com as alterações propostas. Comparou-se de forma criteriosa as duas aplicações, visando levantar situações que auxiliem o diretor da empresa, em futuros estudos, modificações e adequação de processos.

5 RESULTADOS

Nesta seção do trabalho será apresentado os resultados encontrados no desenvolvimento do trabalho. O capítulo está dividido em diagnóstico, aplicação da matriz DfE e discussão dos resultados.

5.1 DIAGNÓSTICO

Neste capítulo é apresentado o diagnóstico da empresa foco de estudo deste trabalho, pensando na futura aplicação da ferramenta de ecodesign. Esta etapa consiste na caracterização do empreendimento, levantamento das matérias-primas e os fornecedores, desenvolvimento do fluxograma do processo e do balanço de massa e caracterização dos produtos da empresa, com foco no modelo simulador de surf, objeto de aplicação da DfE Matrix.

5.1.1 Caracterização do empreendimento

A empresa HS é uma empresa familiar, que surgiu em 2015 devido ao amor pela cultura do surf e pelo estilo de vida proporcionado por ele. Localizada no município de Caxias do Sul – Rio Grande do Sul, a ideia principal da empresa surgiu da necessidade de uma solução para minimizar a falta da prática do surf para pessoas que não conseguem frequentar as praias com tanta frequência ou para dias em que as ondas não estejam adequadas para o esporte, propiciando o treinamento fora do mar.

O objetivo da marca é proporcionar aos clientes experiências únicas de surfar em qualquer local e momento que desejar, seja no asfalto, em uma pista de skate, em uma ciclovia, etc. Inserindo esse conceito no estilo de vida de seus clientes, a marca busca deixar a rotina das pessoas mais leves, saudáveis e conectadas com o meio ambiente. A marca tem como principal inovação o desenvolvimento de produtos exclusivos e sob medida para o público, fabricados de forma cem por cento artesanal, com atenção máxima a cada detalhe. A empresa presa em utilizar processos de produção sustentáveis, visando não agredir o meio ambiente.

A empresa está inserida na modalidade de microempreendedor individual (MEI). Ela atende os requisitos de: faturamento anual de até R\$81.000,00; ausência de participação como sócio, administrador ou titular de outra empresa; ausência de mais de um empregado; exercer uma das atividades econômicas previstas no Anexo XI, da Resolução CGSN nº 140, de 22 de maio de 2018, o qual relaciona todas as atividades permitidas ao MEI. Como obrigação a empresa apresenta o pagamento da contribuição mensal DAS (Documento de Arrecadação do Simples Nacional).

A empresa apresenta porte pequeno, com uma área total de 16,5 m². Neste local constam equipamentos de marcenaria que são utilizados nos trabalhos manuais e artesanais de confecção dos shapers de skate e objetos de decoração. Em relação a Licenciamento ambiental para a atividade, o estabelecimento se enquadra no CODRAM 1540,00, fabricação de artefatos/ estruturas de madeira (exceto móveis), com um potencial poluidor médio. A empresa fica ausente de licenciamento junto a FEPAM, visto que seu porte não atende o mínimo necessário de 250 m².

O ramo de atividade onde a empresa está inserida é a de produção de skates e artefatos de decoração em madeira. Entre os principais produtos estão alguns modelos de skate como os simuladores de surf, skates cruiser, longboards e os artefatos decorativos.

A missão da empresa é: “Desenvolver produtos do ramo de surf skate exclusivos, de forma artesanal e sustentável que proporcionem aos nossos clientes sensações e momentos únicos. A visão da empresa é: “Ser uma empresa referência em Surf e Skate no Brasil, reconhecida pela sua qualidade e inovação.

5.1.2 Produto

Os produtos fabricados pela empresa se dividem em duas tipologias: os skates e os objetos de decoração. Os skates são divididos em modelos que são: simulador de surf, cruiser e longboard classic. A similaridade entre os três modelos é a forma de produzi-los, de forma totalmente artesanal, personalizada e exclusiva para cada cliente. A principal diferença entre eles é o seu tamanho e especificações de peças.

O modelo simulador de surf possui dimensões variando de 80 a 110 cm e é montado com trucks simuladores de surf, que realizam curvas similares ao surf. É

ideal para as pessoas que querem sentir a sensação do surf no asfalto, treinando seus movimentos em qualquer ambiente.

O modelo se caracteriza como principal produto da empresa, visto que é o mais procurado e com maior número de vendas. Este produto é procurado por pessoas de diversas faixas etárias, sendo possível a utilização por crianças, com o auxílio de um responsável para iniciar na modalidade, e também por pessoas com idades mais avançadas, experientes no esporte ou que queiram ingressar, cujo objetivo é encontrar uma atividade física voltada para o surfskate.

Este modelo não apresenta gênero específico, ampliando a gama de possíveis compradores. De acordo com a empresa, os números de vendas do ano de 2020 apresentaram uma divisão muito próxima entre homens e mulheres, confirmando a informação citada acima.

Este fato se deve muito ao crescimento exponencial da modalidade do surf no asfalto, que nos últimos anos vem sendo aderido cada vez mais pelos diversos públicos. O produto pode ser utilizado para diversos objetivos, como: atividade física para promover a saúde; atividade de lazer, possibilitando momentos de relaxamento, promovendo a saúde mental e socialização com as pessoas; treinamento para o surf no oceano, se caracterizando como uma das principais ferramentas para a prática fora da água, podendo ser utilizada por um diverso público, desde atletas profissionais a nível mundial até iniciantes no surf.

A Figura 12 ilustra o modelo simulador de surf, mostrando suas duas faces. Na imagem é possível observar e evidenciar a similaridade do modelo com uma prancha de surf. A semelhança é notada no design do shape, no seu outline com o estilo de bico e rabeta provenientes das pranchas de surf, na sua pintura personalizada, nas suas dimensões e por fim nas peças utilizadas para montagem, possuindo o deck antiderrapante no mesmo modelo dos utilizados no surf.

Figura 11-Modelo Simulador de Surf.



Fonte: Autor (2020).

Outro modelo produzido, o cruiser apresenta seu tamanho variando de 60 a 90 cm e é montado com trucks tradicionais ou invertidos. É bastante utilizado para quem quer começar a andar de skate, fazendo seus primeiros movimentos e sentindo a sensação do vento no rosto. A Figura 12 exhibe o modelo cruiser.

Figura 12-Modelo Cruiser.



Fonte: Autor (2020).

Por fim, o modelo longboard classic apresenta seu tamanho variando de 100 a 200 cm, e é montado com trucks invertidos de 180 ou 200 mm. Este modelo é indicado para as pessoas que gostam de surfar com pranchas maiores, e querem treinar os movimentos no asfalto. A Figura 13 mostra o modelo Longboard Classic.

Figura 13-Modelo Longboard Classic.



Fonte: Autor (2020).

Os objetos de decoração, outra categoria de produtos da empresa, se caracterizam por serem produzidos com os resíduos da produção dos skates (pedaços de madeira que sobram dos cortes), juntamente com outros materiais recicláveis, provenientes de descartes pela população, com o por exemplo móveis antigos e artefatos de madeira em geral. São feitos sob encomenda e da mesma forma que os skates, de forma personalizada e exclusiva.

São comercializados principalmente para pessoas que buscam presentear alguém com um objeto personalizado de arte, e também por pessoas que buscam decorações exclusivas para seus ambientes. A Figura 14 apresenta um exemplo de objetos de decoração produzido pela empresa, que consiste em um quadro feito a partir de uma tábua de corte antiga.

Figura 14-Quadro de decoração quilhas de surf.



Fonte: Autor (2020).

5.1.3 Etapas do processo

A elaboração dos produtos ofertados pela empresa é constituída de seis etapas, que são: processo criativo, processo de shaper, arte/pintura, acabamentos finais, montagem e distribuição. O Quadro 11 apresenta as atividades realizadas e sua descrição.

Quadro 11- Atividades desenvolvidas no processo de produção.

ETAPAS DA PRODUÇÃO	
ATIVIDADE	DESCRIÇÃO
PROCESSO CRIATIVO	Nesta etapa, é elaborado o projeto do produto junto ao cliente. Define-se nesta etapa: As dimensões e formato; A pintura/arte que será realizada; A configuração técnica, de peças e equipamentos.
PROCESSO DE SHAPER	Nesta etapa, é efetuado os trabalhos manuais na madeira, a fim de buscar a forma adequada ao skate, o deixando pronto para realizar a pintura.
ARTE/PINTURA	Nesta etapa, é realizado a arte e pintura desenvolvida no processo criativo para o shape.
ACABAMENTOS FINAIS	Na etapa, é efetuado os acabamentos finais no produto. Estes são responsáveis por: <ul style="list-style-type: none"> • Fornecer brilho a peça; • Fornecer aderência na parte de cima do shape através da lixa artesanal; • Proteger a pintura de intemperismos.
MONTAGEM	Nesta etapa será feita a montagem do produto, com as peças e equipamentos selecionados no processo criativo.
DISTRIBUIÇÃO	Por fim, será encaminhado ao cliente de forma presencial ou por meio de empresas de transporte de mercadorias.

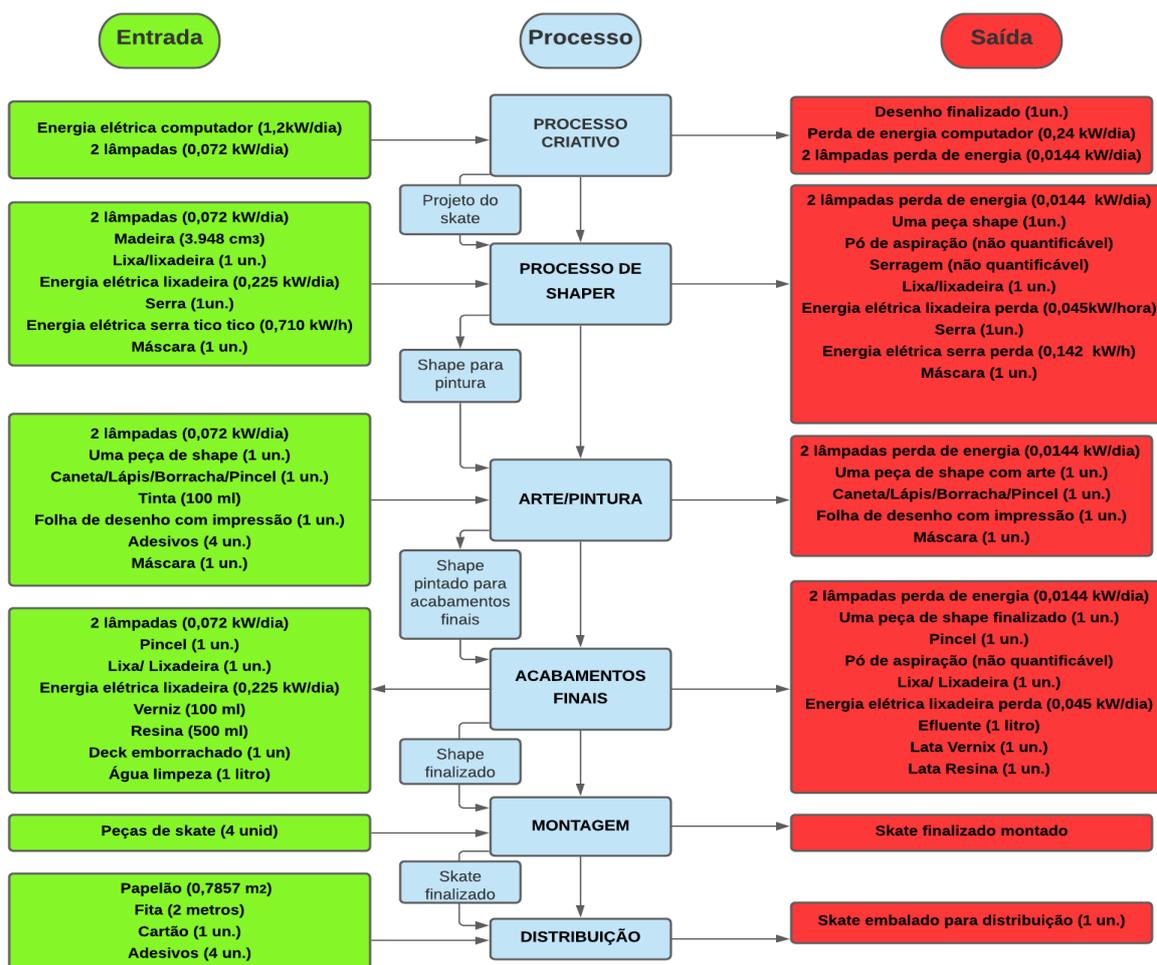
Fonte: Autor (2020).

5.1.4 Balanço de massa

O balanço de massa foi realizado a partir da confecção de um dos produtos da empresa, onde o objeto selecionado foi o skate simulador de surf. Foi analisado cada etapa de produção, elencando todas as entradas e saídas do sistema. Para os equipamentos elétricos, foi analisada a potência de cada aparelho e multiplicada pelas horas de uso no dia, com o objetivo de encontrar o consumo em kW/dia. A empresa trabalha no regime de encomendas, então não ocorre trabalho diariamente em todos

os processos. A Figura 15 apresenta o balanço de massa do processo em cada etapa de produção.

Figura 15- Balanço de massa do processo.



Fonte: Autor (2020).

Os item de saída “pó de aspiração” e “serragem” não são quantificados, devido a falta de controle e de armazenagem correta para os mesmo. O único controle realizado atualmente consiste na limpeza do local de produção, onde é recolhido o material para realizar o descarte.

5.1.5 Matéria-prima e fornecedores

A empresa atualmente em seu sistema produtivo, trabalha com 13 matérias primas. Já existe dentro da instituição uma preocupação em trabalhar com materiais que agridam o mínimo possível o meio ambiente. Procura-se trabalhar com materiais

compatíveis com processos de reciclagem, reutilização, biodegradação, compostagem, ou que apresentem processos coerentes de destinação final.

Em relação aos fornecedores, da mesma maneira, a empresa busca trabalhar com fornecedores sérios, conceituados no mercado, com experiência, com atendimento correto e ético, e que busquem um desenvolvimento ambientalmente correto. O Quadro 12 apresenta a relação de matérias primas e fornecedores da empresa HS. Foi utilizado letras (de A a H) para identificar as empresas.

Quadro 12- Relação de matérias primas e fornecedores.

MATÉRIA PRIMA	FORNECEDOR
Madeira compensado naval	Fornecedor A
Peças de skate	Fornecedor B Fornecedor C
Canetas/lápis/folhas	Fornecedor D
Tintas/verniz	Fornecedor E
Resina	Materias de construção
Deck emborrachado	Fornecedor F
Areia da lixa	Materiais de construção
Parafusos e porcas	Fornecedor G
Adesivos	Fornecedor H
Papelão	Doações, reutilizações

Fonte: Autor (2020).

5.2 APLICAÇÃO DA DFE MATRIX

Esta etapa foi dividida em três momentos distintos, visando se alcançar os objetivos propostos no estudo. As etapas são: aplicação da Dfe Matrix no ciclo de vida atual; sugestão e avaliação de mudanças no ciclo de vida; aplicação da Dfe Matrix no ciclo de vida modificado.

5.2.1 Ciclo de vida atual

Com o objetivo de avaliar o desempenho ambiental do processo atual de fabricação do simulador de surf modelo Ohana, aplicou-se a Dfe Matrix a partir do roteiro apresentado no capítulo anterior. Inicialmente foi encaminhado aos

fornecedores da empresa a carta de amostra para peças /fornecedores de materiais, com o objetivo de adquirir informações sobre materiais e peças que chegam a empresa.

Dos oito fornecedores que receberam a carta via email ou whatsapp, após os sete dias estipulados para o retorno das informações, apenas três retornaram com o preenchimento. Para os fornecedores que não retornaram as informações, foi considerado a resposta “não” em todas as perguntas. Essa ação foi tomada com foco em considerar um cenário pessimista de avaliação dos fornecedores da empresa, como objetivo de avaliar melhorias e sugestões voltadas ao cenário de desempenho ambiental desses parceiros.

O Apêndice A apresenta os questionários respondidos pelos fornecedores C, F e G. O Quadro 13 apresenta o resultado obtido no questionário dos fornecedores.

Quadro 13- Relação de respostas da carta dos fornecedores.

Questão	Sim	Não
A sua empresa possui uma Política Ambiental Sistema de gestão (EMS) implementado?	1	7
Existe um programa formal de conservação de energia ou práticas em vigor na sua empresa?	2	6
Sua empresa possui ISO 9000 ou ISO 14000 certificação ou sua empresa pública regularmente um relatório ambiental?	1	7
A conservação da água é defendida e praticada em sua companhia?	2	6
Sua empresa possui um programa formal para minimizar emissões atmosféricas perigosas?	0	8

Fonte: Autor (2020).

A partir das respostas obtidas com os fornecedores e da aplicação do questionário referente a DfE matrix ao gestor da empresa, foi possível obter o resultado do desempenho ambiental do produto no processo atual. O Apêndice B exibe o questionário preenchido pelo gestor da empresa. A Figura 16 apresenta a Matriz DfE com os valores obtidos em cada etapa do processo.

Figura 16- Matriz DfE do ciclo atual.

Fases do ciclo de vida	Aspecto Ambiental					Total
	1 Materias	2 Consumo de Energia	3 Resíduos Sólidos	4 Resíduos Líquidos	5 Resíduos Gasosos	
A Pré-manufatura	(A.1) 3	(A.2) 3	(A.3) 3	(A.4) 3	(A.5) 0	12
B Manufatura	(B.1) 2	(B.2) 1	(B.3) 4	(B.4) 2	(B.5) 2	11
C Embalagem e Distribuição	(C.1) 3	(C.2) 5	(C.3) 3	(C.4) 5	(C.5) 2	18
D Uso e Manutenção	(D.1) 2	(D.2) 5	(D.3) 3	(D.4) 5	(D.5) 5	20
E Fim de Vida	(E.1) 4	(E.2) 2	(E.3) 2	(E.4) 0	(E.5) 0	8
Total	14	16	15	15	9	69

Fonte: Autor (2021).

Foi obtido o resultado de 69 pontos, onde o valor máximo possível de se atingir é 120. Com a análise da matriz foi possível verificar as fases do ciclo de vida e os aspectos ambientais que apresentam um desempenho ambiental deficitário. A fase do ciclo de vida “Fim de Vida” com 8 pontos, e o aspecto ambiental “Resíduos Gasosos” com 9 pontos foram os dois índices com menor pontuação, mostrando potenciais situações para propor mudanças. Foi possível também verificar os pontos positivos do sistema, como o “Uso e manutenção” obtendo 20 pontos e o “Consumo de energia” com 16 pontos.

5.2.2 Mudanças propostas

Com o auxílio do diagnóstico e aplicação da matriz DfE no ciclo atual, foi possível elencar sugestões de alterações com vista a melhorar o desempenho ambiental do produto. Para tanto, foi considerado o porte do empreendimento, capacidade técnica e de investimento para as sugestões de mudanças, visando propor medidas possíveis de se aplicar.

O Quadro 14 ilustra as modificações sugeridas para o empreendimento, elencando também seus objetivos, prazos de execução e resultados esperados.

Quadro 14- Mudanças sugeridas para o empreendimento.

(continua)

Mudança Proposta	Objetivo	Execução	Resultado esperado
Elaborar uma planilha contendo todos os materiais utilizados na confecção do produto.	Elencar as quantidades e tipologias dos materiais utilizados na confecção do produto, buscando substituições mais ecológicas e diminuição das perdas.	Médio Prazo	Inventário dos materiais utilizados; Estudos para substituição dos materiais mais poluentes por outros mais sustentáveis.
Quantificar a energia utilizada em todo o processo.	Elencar o consumo médio de energia elétrica em toda a estrutura da empresa; Aumentar a economia e controle do consumo de energia elétrica;	Médio a longo Prazo	Inventário da energia elétrica utilizada na empresa; Diminuir o consumo de energia elétrica, com ações de economia e controle.
Construir um diálogo concreto com os fornecedores a fim de obter informações sobre os cuidados que os mesmos apresentam em relação ao meio ambiente.	Identificar quais as ações que os fornecedores possuem em relação aos requisitos ambientais e se os seguem.	Médio Prazo	Trabalhar apenas com fornecedores que atendam aos requisitos ambientais do seu empreendimento.
Quantificar a quantidade de efluente produzida no processo e propor armazenamentos e destinações finais corretas.	Elencar a quantidade de efluente produzida no processo; Realizar o armazenamento, tratamento e destinação correta caso necessário.	Médio Prazo	Efetuar o armazenamento, tratamento e destinação correta do efluente.

(conclusão)

Estudar a viabilidade de uso e econômica de tintas ecológicas.	Substituir as tintas spray.	Médio Prazo	Substituir as tintas com compostos orgânicos voláteis por tintas ecológicas, a base d'água.
Estudar a viabilidade de uso e econômica de carimbos na madeira.	Substituir os adesivos plásticos.	Médio Prazo	Substituir os adesivos plásticos por carimbos a tinta ou fogo.
Substituição do cartão visita e etiqueta atuais da empresa.	Substituir o cartão visita e etiqueta atuais por produtos elaborados com papel reciclado.	Curto Prazo	Substituir o cartão visita e etiqueta da empresa por novos, produzidos com papel reciclado.
Elaborar uma planilha contendo todos os materiais utilizados na embalagem do produto.	Elencar quantidades e tipologias de materiais utilizados na embalagem do produto.	Médio Prazo	Encontrar possíveis substituições e incorporações de materiais reciclados para as embalagens.
Identificar a forma correta de descarte de todos os materiais presente no produto.	Estudar e identificar a forma correta de descarte de todos os materiais presentes no produto.	Longo Prazo	Reconhecer a disposição final correta de todos os componentes do produto.
Elaborar um card digital a respeito do descarte correto dos materiais.	Desenvolver um card digital, com caráter informativo, a respeito de como realizar o descarte correto do produto após o fim da vida útil.	Médio Prazo	Enviar para todos os clientes, através de aplicativos ou e-mails o card informativo.
Estudar a viabilidade de uso e econômica de outros tipos de madeira como o bambu.	Aumentar o desempenho ambiental do produto e aumentar a gama de produtos oferecidos.	Longo Prazo	Encontrar novas opções de madeiras para os produtos da empresa.
Modificar o layout do processo de trabalho.	Modificar o layout da produção, visando um melhor desempenho, e diminuição das perdas de material.	Curto Prazo.	Modificar o layout do setor de produção; Aumentar o desempenho de produção.

Fonte: Autor (2021).

Retomando a questão da viabilidade, no quesito técnico foram propostas mudanças pontuais que não necessitassem de conhecimentos específicos, cabíveis de serem abordados através de estudos e aplicações pelo próprio gestor da empresa. Na questão de viabilidade econômica foi sugerido estudos para verificar se a troca dos materiais utilizados atualmente, por outros com desempenhos ambientais superiores, trará benefícios no âmbito econômico, e também no desempenho do produto.

Portanto o custo inicial para colocar as mudanças em prática seria nulo. Em casa de substituição dos materiais, a mudança de preço de custo não teria grandes mudanças. O quadro 15 exibe a comparação de preços base dos materiais selecionados.

Quadro 15 - Comparação de valores.

Comparação de valores dos materiais selecionados			
Material	Preço	Sugestão de modificação	Preço
Tinta Spray 400ml	R\$17,00	Tinta ecológica 25g	R\$25,00
Adesivos 110 unid. 9 cmx9 cm	R\$75,00	Carimbo 9 cmx9 cm	R\$70,00
Etiqueta papel couché 1000 unid.	R\$185,00	Etiqueta papel kraft 1000 unid.	R\$185,00
Compensado Naval 2000x1600x15 mm	R\$270,00	Chapa Bambu 2000x600x3 mm	R\$130,00

Fonte: Autor (2021).

Os clientes da empresa possuem forte aceitação de produtos sustentáveis, portando entenderiam caso ocorresse um aumento nos valores do produto devido aos cuidados que estão sendo tomados em relação ao desempenho ambiental. Esse fato pode ser comprovado de forma muito fácil e prática através de uma pesquisa de mercado com o público alvo da empresa.

As mudanças propostas trazem como principal benefício a modificação da concepção de elaboração do produto, trazendo as questões ambientais em pauta desde a primeira etapa de confecção, na fase de seleção dos materiais. Como dificuldade de implementação das mudanças podemos citar o quadro reduzido de mão

de funcionários, o que pode ocasionar um maior tempo para aplicação das modificações.

5.2.3 DfE Matrix com mudanças propostas

Com o objetivo de avaliar o desempenho ambiental do processo de fabricação do simulador de surf modelo Ohana, em um cenário onde as mudanças propostas no item acima já estivessem aplicadas, aplicou-se a Dfe Matriz a partir do roteiro apresentado no capítulo anterior.

A partir das respostas obtidas com os fornecedores e da modificação do questionário aplicador ao gestor da empresa referente a DfE matriz, englobando as mudanças, foi possível obter o resultado do desempenho ambiental do produto no processo modificado. O Apêndice C exibe o questionário preenchido pelo gestor da empresa modificado, englobando as mudanças sugeridas. A Figura 17 apresenta a Matriz DfE com os valores obtidos em cada etapa do processo.

Figura 17- Matriz DfE aplicada no sistema modificado.

Fases do ciclo de vida	Aspecto Ambiental					Total
	1 Materias	2 Consumo de Energia	3 Resíduos Sólidos	4 Resíduos Líquidos	5 Resíduos Gasosos	
A Pré-manufatura	(A.1) 3	(A.2) 3	(A.3) 3	(A.4) 3	(A.5) 0	12
B Manufatura	(B.1) 4	(B.2) 3	(B.3) 5	(B.4) 4	(B.5) 3	19
C Embalagem e Distribuição	(C.1) 5	(C.2) 5	(C.3) 5	(C.4) 5	(C.5) 2	22
D Uso e Manutenção	(D.1) 5	(D.2) 5	(D.3) 5	(D.4) 5	(D.5) 5	25
E Fim de Vida	(E.1) 5	(E.2) 5	(E.3) 5	(E.4) 0	(E.5) 0	15
Total	22	21	23	17	10	93

Fonte: Autor (2021).

Foi obtido o resultado de 93 pontos, onde o valor máximo possível de se atingir é 120. Com a análise da matriz verificou-se um aumento significativo no desempenho ambiental do produto, que anteriormente tinha como resultado 69 pontos, e passou a atingir 93 pontos. Nas etapas mais deficitárias, observou-se na fase do ciclo de vida “Fim de Vida” um aumento de pontuação passando a 15 pontos, e no aspecto ambiental “ Resíduos Gasosos” um aumento de apenas 1 ponto.

Os pontos positivos do sistema na aplicação anterior, tiveram aumentos de pontuação, onde o “Uso e manutenção” passou para 25 pontos e o “Consumo de energia” para 21 pontos, potencializando ainda mais as etapas. Outro ponto positivo observado foi a fase do ciclo de vida “Materiais”, que teve o maior aumento, passando de 14 pontos para 22, enaltecendo a importância do desempenho ambiental começar já na escolha dos materiais.

5.3 DISCUSSÃO

Com os resultados foi possível elencar, comparar e discutir importantes informações a respeito do empreendimento e do método aplicado. Verificou-se que o produto apresenta importantes características voltadas para o ecodesign, como: tendência a fácil manutenção, reparação e reutilização, facilidade de desmontagem e troca de peças, prolongando a vida útil do produto.

Isso mostra a importância e os pontos positivos do método, onde através de sua aplicação foi possível identificar tais características e verificar etapas do ciclo de vida deficitárias na questão de desempenho ambiental. Além disso, através do método, elencou-se possíveis modificações em todo o ciclo de vida do produto, onde com a segunda aplicação da DfE Matrix, se confirmou a efetividade das propostas sugeridas, passando do valor de 69 pontos para 93 no índice de desempenho ambiental.

Entretanto, identificou-se limitações no método, como:

- Questões não aplicáveis a todas as variedades e tipologias de empreendimentos;
- Limitação de aplicação em empresas de menor porte, como pequenas e médias empresas;

- Falta no questionário do método de uma resposta “não se aplica”, trazendo uma maior veracidade ao resultado.

Como sugestão para diminuir os erros gerados por essas limitações, sugere-se interligar outros métodos e ferramentas, para se aprofundar com maior atenção no ciclo de vida do produto, como por exemplo os citados no capítulo de referencial teórico deste trabalho, para se alcançar um resultado mais próximo da realidade. Com o cruzamento de outras ferramentas, as limitações apontadas tendem a diminuir, abrangendo mais questões e se adequando mais aos critérios do estabelecimento.

Verificou-se que o empreendimento foco do estudo apresenta grande motivação e aptidão de utilizar o ecodesign como um dos conceitos chave dos seus produtos. Este fato é de suma importância, para iniciar desde o pequeno porte, no caso do empreendimento a modalidade de MEI, a pensar nas questões de sustentabilidade dos produtos comercializados, aplicando o ecodesign como conceito chave para o crescimento da empresa.

Com a inserção dos conceitos do ecodesign desde a primeira etapa do processo de produção, se planeja o crescimento do empreendimento tendo a sustentabilidade e desempenho ambiental dentro dos seus principais pilares e diferenciais.

Trazendo para a discussão, outros estudos abordados no referencial teórico deste trabalho, destaca-se mais evidências em relação a aplicação do ecodesign em empresas.

Nos trabalhos de Braga (2014) e Souza e Mulinari (2014), foi observado a substituição em processos produtivos, de materiais tradicionais por opções provenientes de fontes renováveis e mais sustentáveis. Essas substituições mantem as funcionalidades dos produtos, ao mesmo tempo que aumentam o desempenho ambiental dos mesmos.

No estudo de Otte (2008), identificou-se um aumento da produtividade, e uma redução na geração de resíduos, provenientes da aplicação do ecodesign na empresa foco do estudo. O trabalho enaltece que o uso dos princípios do design ambientalmente adequado são simples, de baixo custo, boa eficiência, trazendo competitividade, resultados econômicos e ambientais para o negócio.

Por fim, o trabalho de Teixeira, Santos Junior e Couto (2016), identifica a possibilidade de se utilizar a ferramenta do ecodesign para criação de novos produtos

oriundos dos resíduos gerados na produção. Estes estudos, fortalecem os resultados encontrados no presente trabalho, comprovando a eficiência da ferramenta do ecodesign na elaboração de produtos.

6 CONCLUSÃO

O conceito do ecodesign consiste em analisar o desempenho ambiental de um produto em todas as fases de sua produção, desde a escolha dos materiais até sua disposição final. Este conceito está crescendo muito nos últimos tempos, visto sua importância no cenário da sustentabilidade e preservação do meio ambiente.

Neste estudo, através da revisão bibliográfica, confirmou-se a existência de uma variedade significativa de métodos e ferramentas para a implementação do ecodesign, que podem trazer diversos benefícios às empresas, como: aumento do desempenho ambiental e sustentabilidade dentro da empresa; aumento da competitividade; diferencial no mercado; diminuição de custos. Foi verificada a aplicação na prática do ecodesign, através de estudos de caso, que mostram o aumento da adesão do conceito em empreendimentos que trabalham com madeiras e similares.

A DfE Matrix se mostrou uma ótima ferramenta para verificar o desempenho ambiental atual da empresa, trazendo um ótimo diagnóstico para poder propor modificações no sistema, assim como, para analisar a efetividade de cada etapa de produção. A ferramenta exibiu também a importância de se aplicar o ecodesign para empresas de pequeno porte, mesmo que de forma simplificada, trazendo o conceito como fator importante para o crescimento do empreendimento.

Na avaliação do desempenho ambiental atual do processo, o resultado global da matriz exibiu uma pontuação de 69 pontos, de um máximo de 125 pontos possíveis de se atingir. Avaliando a primeira aplicação por etapa de ciclo de vida, verificou-se a etapa de fim de vida, e os aspectos de resíduos gasosos como as mais deficitárias, indicando serem aspectos propícios para modificações e melhorias. Com a primeira aplicação da matriz, juntamente com o diagnóstico elaborado da empresa, foi proposto mudanças de acordo com o porte do empreendimento, a fim de melhorar o desempenho ambiental do sistema.

Na segunda avaliação do desempenho ambiental através da DfE Matrix, já considerando as mudanças sugeridas em um cenário ideal, o resultado global da matriz trouxe uma pontuação de 93 pontos, comprovando a importância e efetividade das mudanças sugeridas. Etapas anteriormente identificadas como deficitárias apresentaram aumentos de pontuação, assim como pontos positivos identificados no sistema na aplicação anterior.

O resultado encontrado no estudo teve como maior limitador, o fato de a ferramenta não possuir aplicação específica a tipologia e tamanho do empreendimento. Como sugestão para futuros trabalhos e estudos realizados dentro da empresa, fica a sugestão de cruzar outros métodos de aplicação do ecodesign, com o objetivo de potencializar os resultados encontrados, proporcionando o aprofundamento no quesito ciclo de vida do produto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÁGUAS, Sofia I. R. G. V. S. **Design de candeeiros de iluminação pública para sustentabilidade do espaço público**. 2009. Faculdade de Belas Artes. Universidade de Barcelona. Barcelona. 2009.

ALVES, IJBR., and FREITAS, LS. **Análise comparativa das ferramentas de gestão ambiental: produção mais limpa x ecodesign**. In: LIRA, WS., and CÂNDIDO, GA., orgs. *Gestão sustentável dos recursos naturais: uma abordagem participativa* [online]. Campina Grande: EDUEPB, 2013, pp. 193-212. ISBN 9788578792824. Available from SciELO Books <http://books.scielo.org>

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 14040. **Gestão ambiental - Avaliação do ciclo de vida - Princípios e estrutura**. ABNT: Rio de Janeiro, 2001.

BANDEIRA, Ana Paula Venturini. **Aplicação do Ecodesign em Empresa Mineira e a percepção dos funcionários: um estudo de caso**. 2003. 131 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Ufmg, Belo

BARBIERI, J. C. **Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos**, 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2007, 382 p.

BAUMANN, H.; BOONS, F.; BRAGD, A. **Mapping the green product development field: engineering, policy and business perspectives**. In: *Journal of Cleaner Production* 10 (2002) 409 – 425.

BISETTO, Marly Gomes. **Algumas considerações sobre as limitações da gestão do microempreendedor Individual**. 2016. 78 f. TCC (Graduação) – Curso de Tecnólogo em Processos Gerenciais, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, Caraguatatuba, 2016.

BRAGA, Juliana. **Ecodesign Estudo de caso de estratégias aplicadas a produtos nacionais**. *Revista Portuguesa e Brasileira de Gestão*, Lisboa, v. 13, n. 2, p. 28-40, jun. 2014.

BRASIL. **Lei Complementar nº 123, de 14 de dezembro de 2006**. Institui o Estatuto Nacional da Microempresa e da Empresa de Pequeno Porte; altera dispositivos das

Leis nº 8.212 e 8.213, ambas de 24 de julho de 1991, da Consolidação das Leis do Trabalho - CLT, aprovada pelo Decreto-Lei no 5.452, de 1º de maio de 1943, da Lei nº 10.189, de 14 de fevereiro de 2001, da Lei Complementar nº 63, de 11 de janeiro de 1990; e revoga as Leis nº 9.317, de 5 de dezembro de 1996, e 9.841, de 5 de outubro de 1999. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LCP/Lcp123.htm. Acessado em: jul de 2020.

BRASIL. **Lei Complementar nº 128, de 19 de dezembro de 2008**. Altera a Lei Complementar nº 123, de 14 de dezembro de 2006, altera as Leis nºs 8.212, de 24 de julho de 1991, 8.213, de 24 de julho de 1991, 10.406, de 10 de janeiro de 2002 – Código Civil, 8.029, de 12 de abril de 1990, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LCP/Lcp128.htm. Acessado em: jul de 2020.

BRASIL. **Lei Complementar nº 139, de 10 de novembro de 2011**. Altera dispositivos da Lei Complementar número 123 de 14 de dezembro de 2006, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/Lcp139.htm. Acessado em: jul de 2020.

BRAVOS, André Luiz; GONÇALVES NETO, Merquides; MORAES, Paulo José Freitas. **Gestão Ambiental aplicado a micro e pequenas empresas**. 2010. 75 f. TCC (Graduação) - Curso de Administração, Univem, Marília, 2010.

BRADY, J. (2005). **Environmental Management in Organizations: The IEMA Handbook**. Earthscan. London

BRAGA, Juliana. **Ecodesign Estudo de caso de estratégias aplicadas a produtos nacionais**. Revista Portuguesa e Brasileira de Gestão, Lisboa, v. 13, n. 2, p. 28-40, jun. 2014.

BRITTO, Eduardo. **Livro Onda Dura – 3 Décadas de Skate no Brasil**. São Paulo: Parada Inglesa, 2000. 112 p.

BROOK, Michael. **The Concrete Wave: The History of Skateboarding**. Eua: Warwick Publishing, 1999. 200 p.

CAMFIELD, Clarissa Gracioli. **Modelo de Avaliação de práticas de inovação verde e sua influência na competitividade no setor moveleiro**. 2019. 189 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Produção, Unisinos, São Leopoldo, 2019.

CLIVER, Sean. **The Disposable Skateboard Bible**. 10. ed. Berkeley: Gingko Press, Incorporated, 2009. 368 p.

COBRA, Raphael Laraia Rocha de Barros. **Elaboração de roteiros de aplicação de métodos e ferramentas de ecodesign**. 2012. 161 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Ambiental, Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 2012.

CBSK. **Confederação Brasileira de Skate**, Disponível em: <<http://www.cbsk.com.br/>>. Acesso em 04 mar. 2021.

DATAFOLHA. **Confederação Brasileira de Skate**, Disponível em: <<http://www.cbsk.com.br/uploads/repositorio/pesquisadatafolha2015.pdf>>. Acesso em 04 Set. 2020.

DERROSI, Simone Bosi. **Ecodesign: Benefícios competitivos vinculados a concepção ecológica**. 2012. 34 f. Monografia (Especialização) - Curso de Especialização em Gestão Industrial, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2012.

FIKSEL, Josseph. **Design for environment: creating eco-efficient products and processes**. New York: McGraw- Hill, 1996.

GERTSAKIS J., LEWIS H. E RYAN, C. (1997). **A Guide to EcoRedesign- improving the environmental performance of manufactured products**. Centre for Design at RMIT, Royal Melbourne Institute of Technology, Melbourne, Australia.

GIANNETTI, E.; ALMEIDA, C. **Ecologia Industrial – Conceitos, Ferramentas e Aplicações**. São Paulo: Ed. Edgard Blücher, 2006.

GRANZIERA, Maria Luiza Machado. **Direito ambiental**. São Paulo: Atlas, 2009

HEMEL, C.V.; CRAMER, J. Barriers and stimuli for ecodesign in SMEs. *Journal of cleaner Production*. V. 10, p 439-453. Elsevier, 2002.

KAZAZIAN T. **Haverá a idade das coisas leves: design e desenvolvimento sustentável**. São Paulo: Senac São Paulo, 2005.

KURK, F.; EAGAN, P. **The value of Adding Design-for-the-Environment to Pollution Prevention Assistance Options.** Journal Cleaner Production. v. 16 p.722-726.2008.

LANGER, Eduardo. **Aspectos do Ecodesign e do ciclo de vida do produto para o consumo consciente.** 2011. 56 f. TCC (Graduação) - Curso de Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

LEAL, Georla Cristina Souza de Gois; FARIAS, Maria Sallydelandia Sobral de; ARAUJO, Aline de Farias. **O processo de industrialização e seus impactos no meio ambiente urbano.** Qualitas, Campina Grande, v. 7, n. 1, p. 1-11, jan. 2008.

LEMOS, J. J. S. **Níveis de Degradação no Nordeste Brasileiro.** Revista Econômica do Nordeste, Fortaleza, v. 32, n. 3, p. 406-429, 2001.

LOOMBA A.P.S., NAKASHIMA K. (2012) **Sustainable Ecodesign Mapping of End-of-Life Strategies for Improved Products/Processes Management.** In: Matsumoto M., Umeda Y., Masui K., Fukushige S. (eds) Design for Innovative Value Towards a Sustainable Society. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-007-3010-6_140. Acesso em: 11 out. 2020.

MANZINI,E; VEZZOLI,C. **O Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis – os requisitos ambientais dos produtos industriais.** São Paulo: Universidade de São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo,2011.

MINISTRY OF HOUSING, SPATIAL PLANNING AND THE ENVIRONMENT. Eco-indicator 99: a damage oriented method for Life Cycle Impact. Assessment Manual for designers. Den Haag, 2000.

MIRANDA, Bruno; MORETTO, Izabela; MORETO, Rafael. **Gestão ambiental nas empresas.** São Paulo: 2019. 71 p.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <www.mma.gov.br>. Acesso em: 11 mar. 2021.

OLIVEIRA, Verônica Macário de; MARTINS, Maria de Fátima; CÂNDIDO, Gesinaldo Ataíde. **O ecodesign como ferramenta de gestão ambiental aplicada ao setor da construção civil: o caso de um condomínio horizontal com proposta sustentável em Campina Grande -PB.** Porto Alegre: V Encontro de Estudos em Estratégia, 2011.

OTTE, Marina. **Ecodesign: o uso do design ambientalmente adequado, um estudo de caso na indústria moveleira Butzke**. 2008. 118 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2008.

PAZMINO, A.V. **Uma reflexão sobre design social, eco design e design sustentável**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE DESIGN SUSTENTÁVEL, 1. Curitiba, setembro de 2007.

PIASECKA, I.; BAŁDOWSKA-WITOS, P.; PIOTROWSKA, K.; TOMPOROWSKI, A. **Eco-Energetical Life Cycle Assessment of Materials and Components of Photovoltaic Power Plant**. *Energies* 2020, 13, 1385.

PIGOSSO, D.C.A. **Integração de métodos e ferramentas de Ecodesign ao processo de desenvolvimento de produtos**. São Carlos, SP. Originalmente apresentada como monografia de conclusão de curso em Engenharia Ambiental, EESC, 2008.

SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – **Relatório Especial MEI 10 anos**. 1a. ed. Brasília: Sebrae, 2019. 99 p.

SILVA, André Luiz Emmel; MORAES, Jorge André Ribas; MACHADO, Ênio Leandro. **Proposta de produção mais limpa voltada às práticas de ecodesign e logística reversa**. *Eng Sanit Ambient*, Rio de Janeiro, v. 20, n. 1, p. 29-37, jan. 2015.

SOUZA, Edson Oliveira de; MULINARI, Daniella Regina. **Desenvolvimento de um shape sustentável**. *Cadernos Unifoa: Engenharia de Produção, Volta Redonda*, v. 9, n. 1, p. 73-78, 2014.

TEIXEIRA, Marcelo Geraldo; SANTOS JUNIOR, Elio Carlos dos; COUTO, Evanes Copque dos Santos. **Aplicação de conceitos da ecologia industrial no design de produtos em eco-compósito de resíduos particulados e pedaços descartados de madeira**. *Revista Gestão Industrial, Paraná*, v. 12, n. 1, p. 200-219, mar. 2016.

THEYEL, G. **Management practices for environmental innovation and performance**. *International Journal of Operations & Production Management*, v. 20, n. 2, p. 249–266, 2000.

VENZKE, Cláudio Senna. **A situação do Ecodesign em empresas moveleiras da região de Bento Gonçalves, RS: análise da postura e das práticas ambientais.** 2002. 126 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós- Graduação em Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

YARWOOD, J.M.; EAGAN, P.D. **Design for Environment – Toolkit.** Minnesota Office of Environmental Assistance, 1998.

APÊNCIDE A: QUESTIONÁRIO RECEBIDO DOS FORNECEDORES

Pesquisa Ambiental do Fornecedor de Matérias-Primas / Peças FORNECEDOR C

1) A sua empresa possui uma Política Ambiental Sistema de gestão (EMS) implementado?

_____ Sim ___x___ Não

2) Existe um programa formal de conservação de energia ou práticas em vigor na sua empresa?

___x___ Sim _____ Não

3) Sua empresa possui ISO 9000 ou ISO 14000 certificação ou sua empresa pública regularmente um relatório ambiental?

_____ Sim ___x___ Não

4) A conservação da água é defendida e praticada em sua companhia?

___x___ Sim _____ Não

5) Sua empresa possui um programa formal para minimizar emissões atmosféricas perigosas?

_____ Sim ___x___ Não

Pesquisa Ambiental do Fornecedor de Matérias-Primas / Peças FORNECEDOR F

1) A sua empresa possui uma Política Ambiental Sistema de gestão (EMS) implementado?

___x___ Sim, tenho formação na
área ambiental e tela processos sustentáveis _____ Não

2) Existe um programa formal de conservação de energia ou práticas em vigor na sua empresa?

___x___ Sim _____ Não

3) Sua empresa possui ISO 9000 ou ISO 14000 certificação ou sua empresa pública regularmente um relatório ambiental?

_____ Sim ___x___ Não

4) A conservação da água é defendida e praticada em sua companhia?

___x___ Sim _____ Não

5) Sua empresa possui um programa formal para minimizar emissões atmosféricas perigosas?

_____ Sim __x__ Não
é o caso, pois não temos nenhum processo que emita poluentes.

Pesquisa Ambiental do Fornecedor de Matérias-Primas / Peças FORNECEDOR G

1) *A sua empresa possui uma Política Ambiental Sistema de gestão (EMS) implementado?*

_____ Sim __x__ Não

2) *Existe um programa formal de conservação de energia ou práticas em vigor na sua empresa?*

_____ Sim __x__ Não

3) *Sua empresa possui ISO 9000 ou ISO 14000 certificação ou sua empresa pública regularmente um relatório ambiental?*

_x__ Sim _____ Não

4) *A conservação da água é defendida e praticada em sua companhia?*

_____ Sim __x__ Não

5) *Sua empresa possui um programa formal para minimizar emissões atmosféricas perigosas?*

_____ Sim __x__ Não

Fonte: Autor (2021).

APÊNCIDE B: APLICAÇÃO DA MATRIZ DfE NO CICLO DE VIDA ATUAL

(continua)

Questionário para a matriz de DfE
Material adaptado de Yarwood & Eagan por: COBRA, R. L. R. B. Elaboração de roteiros de aplicação de métodos e ferramentas de ecodesign. 2012. Trabalho de Graduação – Escola de Engenharia de São Carlos, 2012.
<p>– Pré-Manufatura</p> <p>Responda as questões de A1 a A5 escolhendo uma das 5 alternativas (a,b,c,d ou e)</p> <p>A.1: Pré-Manufatura X Materiais</p> <p>Qual porcentagem dos fornecedores da sua empresa responsáveis por este produto ou componente possui um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) em andamento?</p> <p>a) 1 a 5% = 2 pontos b) 6 a 25% = 3 pontos c) 26 a 50% = 4 pontos d) >50% = 5 pontos e) 0% ou desconhecido = 0 pontos</p> <p>Pontos totais para o elemento A1 da matriz: 3</p> <p>A.2: Pré-Manufatura X Consumo de Energia</p> <p>Qual porcentagem dos fornecedores da sua empresa responsáveis por este produto ou componente possui práticas de conservação de energia formais em andamento?</p> <p>a) 1 a 5% = 2 pontos b) 6 a 25% = 3 pontos c) 26 a 50% = 4 pontos d) >50% = 5 pontos e) 0% ou desconhecido = 0 pontos</p> <p>Pontos totais para o elemento A2 da matriz: 3</p>

(continua)

A.3: Pré-Manufatura X Resíduos Sólidos

Qual percentagem dos fornecedores da sua empresa responsáveis por este produto ou componente possui ISO 9000 ou ISO 14000 em andamento ou regularmente publicam relatórios ambientais da empresa?

- a) 1 a 5% = 2 pontos
- b) 6 a 25% = 3 pontos
- c) 26 a 50% = 4 pontos
- d) >50% = 5 pontos
- e) 0% ou desconhecido = 0 pontos

Pontos totais para o elemento A3 da matriz: **3**

A.4: Pré-Manufatura X Efluentes Líquidos

Qual percentagem dos fornecedores da sua empresa para este produto ou componente possui um programa de conservação da água?

- a) 1 a 5% = 2 pontos
- b) 6 a 25% = 3 pontos
- c) 26 a 50% = 4 pontos
- d) >50% = 5 pontos
- e) 0% ou desconhecido = 0 pontos

Pontos totais para o elemento A4 da matriz: **3**

A.5: Pré-Manufatura X Emissões Gasosas

Qual percentagem dos fornecedores da sua empresa para este produto ou componente possui um programa formal em andamento para a minimização das emissões gasosas?

- a) 1 a 5% = 2 pontos
- b) 6 a 25% = 3 pontos
- c) 26 a 50% = 4 pontos
- d) >50% = 5 pontos
- e) 0% ou desconhecido = 0 pontos

Pontos totais para o elemento A5 da matriz: **0**

B – Manufatura**B.1: Manufatura X Materiais**

Para esse produto ou componente:

	Sim	Não
1. O uso de materiais recicláveis no seu produto é o maior possível?	1	0
2. Os materiais perigosos foram evitados ou minimizados?	2	0

(continua)

3. A quantidade de material utilizado foi minimizada?	1	0
4. O número de diferentes tipos de materiais que são usados foi minimizado?	1	0
Pontos totais para o elemento B1 da matriz: 2		
B.2: Manufatura X Consumo de Energia		
Para esse produto ou componente:		
	Sim	Não
1. O processo de manufatura minimiza o uso intensivo de energia dos processos?	2	0
2. Os processos de manufatura usam cogeração, troca de calor ou outras técnicas para utilizar a energia que seria desperdiçada?	2	0
3. O transporte entre a manufatura e os pontos de montagem foi minimizado?	1	0
Pontos totais para o elemento B.2 da matriz: 1		
B.3: Manufatura X Resíduos Sólidos		
Para esse produto ou componente:		
	Sim	Não
1. A perda de materiais foi minimizada e o reuso otimizado ao máximo durante a manufatura?	1	0
2. Os fornecedores de matéria-prima e componentes foram contatados para encorajá-los a minimizar as quantidades e tipos de embalagem dos seus produtos?	1	0
3. Sua empresa maximizou as oportunidades de reusar e reduzir os resíduos de embalagens quando os componentes são transportados entre as instalações?	1	0

(continua)

4. A introdução intencional de todo chumbo, cádmio, mercúrio e cromo hexavalente foi evitada?	2	0
Pontos totais para o elemento B.3 da matriz: 4		
B.4: Manufatura X Efluentes Líquidos		
Para esse produto ou componente:		
	Sim	Não
1. Foram investigadas alternativas para o uso de solventes e óleos tóxicos?	2	0
2. As oportunidades para captura e reuso dos subprodutos líquidos gerados durante o processo de manufatura foram investigadas?	1	0
3. As gerações de poluentes da água foram evitadas ou minimizadas?	2	0
Pontos totais para o elemento B.4 da matriz: 2		
B.5: Manufatura X Emissões Gasosas		
Para esse produto ou componente:		
	Sim	Não
1. A geração de gases que causam o aquecimento global e a destruição da camada de ozônio foram evitados?	2	0
2. A geração de poluentes do ar perigosos foi evitada durante o processo de manufatura?	2	0
3. O uso de solventes, tintas e adesivos com altas taxas de evaporação de compostos orgânicos voláteis foi eliminado ou minimizado?	1	0
Pontos totais para o elemento B.5 da matriz: 2		

(continua)

C – Distribuição e Embalagem		
C.1: Distribuição e Embalagem X Materiais		
Para esse produto ou componente:		
	Sim	Não
1. As opções de embalagens reusáveis foram exploradas para a distribuição entre as instalações da empresa?	1	0
2. As opções de embalagens reusáveis foram exploradas para a distribuição entre a empresa e seus fornecedores?	1	0
3. Materiais reciclados são usados nas embalagens utilizadas para transporte e entrega do produto?	1	0
4. Materiais recicláveis são usados nas embalagens para transporte e entrega do produto?	1	0
5. O número de diferentes tipos de materiais usados nas embalagens foi minimizado?	1	0
Pontos totais para o elemento C.1 da matriz: 3		
C.2: Distribuição e Embalagem X Consumo de Energia		
Para esse produto ou componente:		
	Sim	Não
1. O material usado para embalagem é reutilizável ou composto de um material de peso e volume reduzido, mantendo as funções de transporte e embalagem final?	5	0
Pontos totais para o elemento C.2 da matriz: 5		

(continua)

C.3: Distribuição e Embalagem X Resíduos Sólidos		
Para esse produto ou componente:		
	Sim	Não
1. A embalagem foi desenvolvida para fácil separação entre os materiais possibilitando o reuso e a reciclagem?	1	0
2. Os tipos de embalagem comumente usadas são recicladas?	2	0
3. Os materiais da embalagem são claramente marcados e facilmente identificados por tipo de material?	2	0
Pontos totais para o elemento C.3 da matriz: 3		
C.4: Distribuição e Embalagem X Efluentes Líquidos		
Para esse produto ou componente:		
	Sim	Não
1. A máxima prevenção quanto ao vazamento de líquidos perigosos durante o transporte foi tomada?	5	0
Pontos totais para o elemento C.4 da matriz: 5		
C.5: Distribuição e Embalagem X Emissões Gasosas		
Para esse produto ou componente:		
	Sim	Não
1. As embalagens para transporte e consumo não contém polímeros clorados ou plásticos que possam produzir emissões gasosas perigosas caso incinerados a baixas temperaturas?	3	0

(continua)

2. As embalagens para transporte e consumo não contém inibidores de chamas bromados que possam produzir emissões se incinerados a baixas temperaturas?	2	0
Pontos totais para o elemento C.5 da matriz: 2		
D – Uso do Produto e Manutenção		
D.1: Uso do Produto e Manutenção X Materiais		
Para esse produto ou componente:		
	Sim	Não
1. O produto ou componente é facilmente desmontado para atualização, reparo ou reuso?	1	0
2. As partes deste produto ou componente estão prontamente disponíveis para reparo?	1	0
3. As barreiras potenciais para a reciclagem, como uso de aditivos, tratamentos metálicos em plásticos, aplicação de pinturas no plástico ou o uso de materiais de composição desconhecidas foram evitadas?	2	0
4. Os plásticos utilizados estão claramente identificados por tipo de resina?	1	0
Pontos totais para o elemento D.1 da matriz: 2		
D.2: Uso do Produto e Manutenção X Consumo de Energia		
Para esse produto ou componente:		
	Sim	Não

(continua)

1. O projeto do produto possibilita o mínimo consumo de energia durante o uso do produto?	2	0
2. Esse produto ou componente pode ter um ajuste de energia baseada na intensidade de atividade?	3	0
Pontos totais para o elemento D.2 da matriz: 5		
D.3: Uso do Produto e Manutenção X Resíduos Sólidos		
Para esse produto ou componente:		
	Sim	Não
1. O projeto do produto evita o uso de componentes descartáveis como baterias e cartuchos?	1	0
2. Os elementos de ligação utilizados, como parafusos e prendedores por adesão, possuem o mesmo tipo de cabeça? O uso de adesivos e soldas foi evitado para partes unidas de forma a facilitar a desmontagem, reparo e reciclagem?	2	0
3. O produto foi desenvolvido de forma a ser facilmente reparado e/ou atualizado preferencialmente à substituição total?	2	0
Pontos totais para o elemento D.3 da matriz: 3		
D.4: Uso do Produto e Manutenção X Efluentes Líquidos		
Para esse produto ou componente:		
	Sim	Não

(continua)

1. O uso dos produtos evita a liberação de substâncias conhecidas por serem poluentes da água?	5	0
Pontos totais para o elemento D.4 da matriz: 5		
D.5: Uso do Produto e Manutenção X Emissões Gasosas Para esse produto ou componente:		
	Sim	Não
1. A emissão de poluentes atmosféricos perigosos foi evitada durante o uso e manutenção do produto?	2	0
2. A emissão de gases que causam aquecimento global e a destruição da camada de ozônio foi evitada durante o uso e a manutenção do produto?	3	0
Pontos totais para o elemento D.5 da matriz: 5		
E – Fim de Vida E.1: Fim de Vida X Materiais Para esse produto ou componente:		
	Sim	Não
1. Os materiais são facilmente reusados ou comumente reciclados?	1	0
2. Os materiais são de fácil separação e identificação por tipo?	1	0
3. Algum dos materiais utilizados precisam ser dispostos como resíduo perigoso?	1	0
4. A introdução de chumbo, cádmio, mercúrio e cromo hexavalente nos materiais do produto foram evitadas?	2	0

(continua)

Pontos totais para o elemento E.1 da matriz: 4		
E.2: Fim de Vida X Consumo de Energia Para esse produto ou componente:		
	Sim	Não
1. As partes de plástico e fibras podem ser seguramente utilizadas para geração de energia, como na incineração?	2	0
2. Existem materiais que precisam ser transportados como resíduos perigosos para aterros industriais? (i.e. energia adicional é requerida para transportar materiais de manejo especial)	3	0
Pontos totais para o elemento E.2 da matriz: 2		
E.3: Fim de Vida X Resíduos Sólidos Para esse produto ou componente:		
	Sim	Não
1. Existe infraestrutura interna ou externa à empresa para recuperar/reciclar os resíduos sólidos?	2	0
2. O projeto do produto evita a ligação entre diferentes materiais que possa dificultar a sua separação?	3	0
Pontos totais para o elemento E.3 da matriz: 2		
E.4: Fim de Vida X Efluentes Líquidos Para esse produto ou componente:		

(conclusão)

	Sim	Não
1. O produto foi desenvolvido de forma a recuperar líquidos perigosos durante a sua desmontagem?	5	0
Ponto totais para o elemento E.4 da matriz: 0		
E.5: Fim de Vida X Emissões Gasosas Para esse produto ou componente:		
	Sim	Não
1. A liberação de substâncias que causam a destruição da camada de ozônio e/ou aquecimento global foi evitada durante a disposição final do produto ou componente?	2	0
2. Os gases contidos no produto podem ser recuperados durante a desmontagem para que não sejam perdidos?	1	0
3. A liberação de poluentes atmosféricos foi evitada durante a disposição final deste produto ou componente?	2	0
Pontos totais para o elemento E.5 da matriz:		

Fonte: Autor (2021).

APÊNCIDE C: APLICAÇÃO DA MATRIZ DfE COM MUDANÇAS SUGERIDAS

(continua)

Questionário para a matriz de DfE
Material adaptado de Yarwood & Eagan por: COBRA, R. L. R. B. Elaboração de roteiros de aplicação de métodos e ferramentas de ecodesign. 2012. Trabalho de Graduação – Escola de Engenharia de São Carlos, 2012.
<p>– Pré-Manufatura</p> <p>Responda as questões de A1 a A5 escolhendo uma das 5 alternativas (a,b,c,d ou e)</p> <p>A.1: Pré-Manufatura X Materiais</p> <p>Qual porcentagem dos fornecedores da sua empresa responsáveis por este produto ou componente possui um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) em andamento?</p> <p>a) 1 a 5% = 2 pontos b) 6 a 25% = 3 pontos c) 26 a 50% = 4 pontos d) >50% = 5 pontos e) 0% ou desconhecido = 0 pontos</p> <p>Pontos totais para o elemento A1 da matriz: 3</p> <p>A.2: Pré-Manufatura X Consumo de Energia</p> <p>Qual porcentagem dos fornecedores da sua empresa responsáveis por este produto ou componente possui práticas de conservação de energia formais em andamento?</p> <p>a) 1 a 5% = 2 pontos b) 6 a 25% = 3 pontos c) 26 a 50% = 4 pontos d) >50% = 5 pontos e) 0% ou desconhecido = 0 pontos</p> <p>Pontos totais para o elemento A2 da matriz: 3</p>

(continua)

A.3: Pré-Manufatura X Resíduos Sólidos

Qual porcentagem dos fornecedores da sua empresa responsáveis por este produto ou componente possui ISO 9000 ou ISO 14000 em andamento ou regularmente publicam relatórios ambientais da empresa?

- a) 1 a 5% = 2 pontos
- b) 6 a 25% = 3 pontos
- c) 26 a 50% = 4 pontos
- d) >50% = 5 pontos
- e) 0% ou desconhecido = 0 pontos

Pontos totais para o elemento A3 da matriz: **3**

A.4: Pré-Manufatura X Efluentes Líquidos

Qual porcentagem dos fornecedores da sua empresa para este produto ou componente possui um programa de conservação da água?

- a) 1 a 5% = 2 pontos
- b) 6 a 25% = 3 pontos
- c) 26 a 50% = 4 pontos
- d) >50% = 5 pontos
- e) 0% ou desconhecido = 0 pontos

Pontos totais para o elemento A4 da matriz: **3**

A.5: Pré-Manufatura X Emissões Gasosas

Qual porcentagem dos fornecedores da sua empresa para este produto ou componente possui um programa formal em andamento para a minimização das emissões gasosas?

- a) 1 a 5% = 2 pontos
- b) 6 a 25% = 3 pontos
- c) 26 a 50% = 4 pontos
- d) >50% = 5 pontos
- e) 0% ou desconhecido = 0 pontos

Pontos totais para o elemento A5 da matriz: **0**

B – Manufatura**B.1: Manufatura X Materiais**

Para esse produto ou componente:

	Sim	Não
1. O uso de materiais recicláveis no seu produto é o maior possível?	1	0
2. Os materiais perigosos foram evitados ou minimizados?	2	0

(continua)

3. A quantidade de material utilizado foi minimizada?	1	0
4. O número de diferentes tipos de materiais que são usados foi minimizado?	1	0
Pontos totais para o elemento B1 da matriz: 4		
B.2: Manufatura X Consumo de Energia		
Para esse produto ou componente:		
	Sim	Não
1. O processo de manufatura minimiza o uso intensivo de energia dos processos?	2	0
2. Os processos de manufatura usam cogeração, troca de calor ou outras técnicas para utilizar a energia que seria desperdiçada?	2	0
3. O transporte entre a manufatura e os pontos de montagem foi minimizado?	1	0
Pontos totais para o elemento B.2 da matriz: 3		
B.3: Manufatura X Resíduos Sólidos		
Para esse produto ou componente:		
	Sim	Não
1. A perda de materiais foi minimizada e o reuso otimizado ao máximo durante a manufatura?	1	0
2. Os fornecedores de matéria-prima e componentes foram contatados para encorajá-los a minimizar as quantidades e tipos de embalagem dos seus produtos?	1	0
3. Sua empresa maximizou as oportunidades de reusar e reduzir os resíduos de embalagens quando os componentes são transportados entre as instalações?	1	0

(continua)

4. A introdução intencional de todo chumbo, cádmio, mercúrio e cromo hexavalente foi evitada?	2	0
Pontos totais para o elemento B.3 da matriz: 5		
B.4: Manufatura X Efluentes Líquidos Para esse produto ou componente:		
	Sim	Não
1. Foram investigadas alternativas para o uso de solventes e óleos tóxicos?	2	0
2. As oportunidades para captura e reuso dos subprodutos líquidos gerados durante o processo de manufatura foram investigadas?	1	0
3. As gerações de poluentes da água foram evitadas ou minimizadas?	2	0
Pontos totais para o elemento B.4 da matriz: 4		
B.5: Manufatura X Emissões Gasosas Para esse produto ou componente:		
	Sim	Não
1. A geração de gases que causam o aquecimento global e a destruição da camada de ozônio foram evitados?	2	0
2. A geração de poluentes do ar perigosos foi evitada durante o processo de manufatura?	2	0
3. O uso de solventes, tintas e adesivos com altas taxas de evaporação de compostos orgânicos voláteis foi eliminado ou minimizado?	1	0
Pontos totais para o elemento B.5 da matriz: 3		

(continua)

C – Distribuição e Embalagem		
C.1: Distribuição e Embalagem X Materiais		
Para esse produto ou componente:		
	Sim	Não
1. As opções de embalagens reusáveis foram exploradas para a distribuição entre as instalações da empresa?	1	0
2. As opções de embalagens reusáveis foram exploradas para a distribuição entre a empresa e seus fornecedores?	1	0
3. Materiais reciclados são usados nas embalagens utilizadas para transporte e entrega do produto?	1	0
4. Materiais recicláveis são usados nas embalagens para transporte e entrega do produto?	1	0
5. O número de diferentes tipos de materiais usados nas embalagens foi minimizado?	1	0
Pontos totais para o elemento C.1 da matriz: 5		
C.2: Distribuição e Embalagem X Consumo de Energia		
Para esse produto ou componente:		
	Sim	Não
1. O material usado para embalagem é reutilizável ou composto de um material de peso e volume reduzido, mantendo as funções de transporte e embalagem final?	5	0
Pontos totais para o elemento C.2 da matriz: 5		

(continua)

C.3: Distribuição e Embalagem X Resíduos Sólidos		
Para esse produto ou componente:		
	Sim	Não
1. A embalagem foi desenvolvida para fácil separação entre os materiais possibilitando o reuso e a reciclagem?	1	0
2. Os tipos de embalagem comumente usadas são recicladas?	2	0
3. Os materiais da embalagem são claramente marcados e facilmente identificados por tipo de material?	2	0
Pontos totais para o elemento C.3 da matriz: 5		
C.4: Distribuição e Embalagem X Efluentes Líquidos		
Para esse produto ou componente:		
	Sim	Não
1. A máxima prevenção quanto ao vazamento de líquidos perigosos durante o transporte foi tomada?	5	0
Pontos totais para o elemento C.4 da matriz: 5		
C.5: Distribuição e Embalagem X Emissões Gasosas		
Para esse produto ou componente:		
	Sim	Não
1. As embalagens para transporte e consumo não contém polímeros clorados ou plásticos que possam produzir emissões gasosas perigosas caso incinerados a baixas temperaturas?	3	0

(continua)

2. As embalagens para transporte e consumo não contém inibidores de chamas bromados que possam produzir emissões se incinerados a baixas temperaturas?	2	0
Pontos totais para o elemento C.5 da matriz: 2		
D – Uso do Produto e Manutenção		
D.1: Uso do Produto e Manutenção X Materiais		
Para esse produto ou componente:		
	Sim	Não
1. O produto ou componente é facilmente desmontado para atualização, reparo ou reuso?	1	0
2. As partes deste produto ou componente estão prontamente disponíveis para reparo?	1	0
3. As barreiras potenciais para a reciclagem, como uso de aditivos, tratamentos metálicos em plásticos, aplicação de pinturas no plástico ou o uso de materiais de composição desconhecidas foram evitadas?	2	0
4. Os plásticos utilizados estão claramente identificados por tipo de resina?	1	0
Pontos totais para o elemento D.1 da matriz: 5		
D.2: Uso do Produto e Manutenção X Consumo de Energia		
Para esse produto ou componente:		
	Sim	Não

(continua)

1. O projeto do produto possibilita o mínimo consumo de energia durante o uso do produto?	2	0
2. Esse produto ou componente pode ter um ajuste de energia baseada na intensidade de atividade?	3	0
Pontos totais para o elemento D.2 da matriz: 5		
D.3: Uso do Produto e Manutenção X Resíduos Sólidos Para esse produto ou componente:		
	Sim	Não
1. O projeto do produto evita o uso de componentes descartáveis como baterias e cartuchos?	1	0
2. Os elementos de ligação utilizados, como parafusos e prendedores por adesão, possuem o mesmo tipo de cabeça? O uso de adesivos e soldas foi evitado para partes unidas de forma a facilitar a desmontagem, reparo e reciclagem?	2	0
3. O produto foi desenvolvido de forma a ser facilmente reparado e/ou atualizado preferencialmente à substituição total?	2	0
Pontos totais para o elemento D.3 da matriz: 5		
D.4: Uso do Produto e Manutenção X Efluentes Líquidos Para esse produto ou componente:		
	Sim	Não

(continua)

1. O uso dos produtos evita a liberação de substâncias conhecidas por serem poluentes da água?	5	0
Pontos totais para o elemento D.4 da matriz: 5		
D.5: Uso do Produto e Manutenção X Emissões Gasosas		
Para esse produto ou componente:		
	Sim	Não
1. A emissão de poluentes atmosféricos perigosos foi evitada durante o uso e manutenção do produto?	2	0
2. A emissão de gases que causam aquecimento global e a destruição da camada de ozônio foi evitada durante o uso e a manutenção do produto?	3	0
Pontos totais para o elemento D.5 da matriz: 5		
E – Fim de Vida		
E.1: Fim de Vida X Materiais		
Para esse produto ou componente:		
	Sim	Não
1. Os materiais são facilmente reusados ou comumente reciclados?	1	0
2. Os materiais são de fácil separação e identificação por tipo?	1	0
3. Algum dos materiais utilizados precisam ser dispostos como resíduo perigoso?	1	0
4. A introdução de chumbo, cádmio, mercúrio e cromo hexavalente nos materiais do produto foram evitadas?	2	0

(continua)

Pontos totais para o elemento E.1 da matriz: 5		
E.2: Fim de Vida X Consumo de Energia Para esse produto ou componente:		
	Sim	Não
1. As partes de plástico e fibras podem ser seguramente utilizadas para geração de energia, como na incineração?	2	0
2. Existem materiais que precisam ser transportados como resíduos perigosos para aterros industriais? (i.e. energia adicional é requerida para transportar materiais de manejo especial)	3	0
Pontos totais para o elemento E.2 da matriz: 5		
E.3: Fim de Vida X Resíduos Sólidos Para esse produto ou componente:		
	Sim	Não
1. Existe infraestrutura interna ou externa à empresa para recuperar/reciclar os resíduos sólidos?	2	0
2. O projeto do produto evita a ligação entre diferentes materiais que possa dificultar a sua separação?	3	0
Pontos totais para o elemento E.3 da matriz: 5		
E.4: Fim de Vida X Efluentes Líquidos Para esse produto ou componente:		

(conclusão)

	Sim	Não
1. O produto foi desenvolvido de forma a recuperar líquidos perigosos durante a sua desmontagem?	5	0
Ponto totais para o elemento E.4 da matriz: 0		
E.5: Fim de Vida X Emissões Gasosas Para esse produto ou componente:		
	Sim	Não
1. A liberação de substâncias que causam a destruição da camada de ozônio e/ou aquecimento global foi evitada durante a disposição final do produto ou componente?	2	0
2. Os gases contidos no produto podem ser recuperados durante a desmontagem para que não sejam perdidos?	1	0
3. A liberação de poluentes atmosféricos foi evitada durante a disposição final deste produto ou componente?	2	0
Pontos totais para o elemento E.5 da matriz:		

Fonte: Autor (2021).

ANEXO A: QUESTIONÁRIO REFERENTE A DFE MATRIX

(continua)

Questionário para a matriz de DfE
Material adaptado de Yarwood & Eagan por: COBRA, R. L. R. B. Elaboração de roteiros de aplicação de métodos e ferramentas de ecodesign. 2012. Trabalho de Graduação – Escola de Engenharia de São Carlos, 2012.
– Pré-Manufatura Responda as questões de A1 a A5 escolhendo uma das 5 alternativas (a,b,c,d ou e) A.1: Pré-Manufatura X Materiais Qual porcentagem dos fornecedores da sua empresa responsáveis por este produto ou componente possui um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) em andamento? a) 1 a 5% = 2 pontos b) 6 a 25% = 3 pontos c) 26 a 50% = 4 pontos d) >50% = 5 pontos e) 0% ou desconhecido = 0 pontos Pontos totais para o elemento A1 da matriz: A.2: Pré-Manufatura X Consumo de Energia Qual porcentagem dos fornecedores da sua empresa responsáveis por este produto ou componente possui práticas de conservação de energia formais em andamento? a) 1 a 5% = 2 pontos b) 6 a 25% = 3 pontos c) 26 a 50% = 4 pontos d) >50% = 5 pontos e) 0% ou desconhecido = 0 pontos Pontos totais para o elemento A2 da matriz:

(continua)

A.3: Pré-Manufatura X Resíduos Sólidos

Qual porcentagem dos fornecedores da sua empresa responsáveis por este produto ou componente possui ISO 9000 ou ISO 14000 em andamento ou regularmente publicam relatórios ambientais da empresa?

- a) 1 a 5% = 2 pontos
- b) 6 a 25% = 3 pontos
- c) 26 a 50% = 4 pontos
- d) >50% = 5 pontos
- e) 0% ou desconhecido = 0 pontos

Pontos totais para o elemento A3 da matriz:

A.4: Pré-Manufatura X Efluentes Líquidos

Qual porcentagem dos fornecedores da sua empresa para este produto ou componente possui um programa de conservação da água?

- a) 1 a 5% = 2 pontos
- b) 6 a 25% = 3 pontos
- c) 26 a 50% = 4 pontos
- d) >50% = 5 pontos
- e) 0% ou desconhecido = 0 pontos

Pontos totais para o elemento A4 da matriz:

A.5: Pré-Manufatura X Emissões Gasosas

Qual porcentagem dos fornecedores da sua empresa para este produto ou componente possui um programa formal em andamento para a minimização das emissões gasosas?

- a) 1 a 5% = 2 pontos
- b) 6 a 25% = 3 pontos
- c) 26 a 50% = 4 pontos
- d) >50% = 5 pontos
- e) 0% ou desconhecido = 0 pontos

Pontos totais para o elemento A5 da matriz:

B – Manufatura**B.1: Manufatura X Materiais**

Para esse produto ou componente:

	Sim	Não
1. O uso de materiais recicláveis no seu produto é o maior possível?	1	0
2. Os materiais perigosos foram evitados ou minimizados?	2	0

(continua)

3. A quantidade de material utilizado foi minimizada?	1	0
4. O número de diferentes tipos de materiais que são usados foi minimizado?	1	0
Pontos totais para o elemento B1 da matriz:		
B.2: Manufatura X Consumo de Energia		
Para esse produto ou componente:		
	Sim	Não
1. O processo de manufatura minimiza o uso intensivo de energia dos processos?	2	0
2. Os processos de manufatura usam cogeração, troca de calor ou outras técnicas para utilizar a energia que seria desperdiçada?	2	0
3. O transporte entre a manufatura e os pontos de montagem foi minimizado?	1	0
Pontos totais para o elemento B.2 da matriz:		
B.3: Manufatura X Resíduos Sólidos		
Para esse produto ou componente:		
	Sim	Não
1. A perda de materiais foi minimizada e o reuso otimizado ao máximo durante a manufatura?	1	0
2. Os fornecedores de matéria-prima e componentes foram contatados para encorajá-los a minimizar as quantidades e tipos de embalagem dos seus produtos?	1	0
3. Sua empresa maximizou as oportunidades de reusar e reduzir os resíduos de embalagens quando os componentes são transportados entre as instalações?	1	0

(continua)

4. A introdução intencional de todo chumbo, cádmio, mercúrio e cromo hexavalente foi evitada?	2	0
Pontos totais para o elemento B.3 da matriz:		
B.4: Manufatura X Efluentes Líquidos Para esse produto ou componente:		
	Sim	Não
1. Foram investigadas alternativas para o uso de solventes e óleos tóxicos?	2	0
2. As oportunidades para captura e reuso dos subprodutos líquidos gerados durante o processo de manufatura foram investigadas?	1	0
3. As gerações de poluentes da água foram evitadas ou minimizadas?	2	0
Pontos totais para o elemento B.4 da matriz:		
B.5: Manufatura X Emissões Gasosas Para esse produto ou componente:		
	Sim	Não
1. A geração de gases que causam o aquecimento global e a destruição da camada de ozônio foram evitados?	2	0
2. A geração de poluentes do ar perigosos foi evitada durante o processo de manufatura?	2	0
3. O uso de solventes, tintas e adesivos com altas taxas de evaporação de compostos orgânicos voláteis foi eliminado ou minimizado?	1	0
Pontos totais para o elemento B.5 da matriz:		

(continua)

C – Distribuição e Embalagem		
C.1: Distribuição e Embalagem X Materiais		
Para esse produto ou componente:		
	Sim	Não
1. As opções de embalagens reusáveis foram exploradas para a distribuição entre as instalações da empresa?	1	0
2. As opções de embalagens reusáveis foram exploradas para a distribuição entre a empresa e seus fornecedores?	1	0
3. Materiais reciclados são usados nas embalagens utilizadas para transporte e entrega do produto?	1	0
4. Materiais recicláveis são usados nas embalagens para transporte e entrega do produto?	1	0
5. O número de diferentes tipos de materiais usados nas embalagens foi minimizado?	1	0
Pontos totais para o elemento C.1 da matriz:		
C.2: Distribuição e Embalagem X Consumo de Energia		
Para esse produto ou componente:		
	Sim	Não
1. O material usado para embalagem é reutilizável ou composto de um material de peso e volume reduzido, mantendo as funções de transporte e embalagem final?	5	0
Pontos totais para o elemento C.2 da matriz:		

(continua)

C.3: Distribuição e Embalagem X Resíduos Sólidos		
Para esse produto ou componente:		
	Sim	Não
1. A embalagem foi desenvolvida para fácil separação entre os materiais possibilitando o reuso e a reciclagem?	1	0
2. Os tipos de embalagem comumente usadas são recicladas?	2	0
3. Os materiais da embalagem são claramente marcados e facilmente identificados por tipo de material?	2	0
Pontos totais para o elemento C.3 da matriz:		
C.4: Distribuição e Embalagem X Efluentes Líquidos		
Para esse produto ou componente:		
	Sim	Não
1. A máxima prevenção quanto ao vazamento de líquidos perigosos durante o transporte foi tomada?	5	0
Pontos totais para o elemento C.4 da matriz:		
C.5: Distribuição e Embalagem X Emissões Gasosas		
Para esse produto ou componente:		
	Sim	Não
1. As embalagens para transporte e consumo não contém polímeros clorados ou plásticos que possam produzir emissões gasosas perigosas caso incinerados a baixas temperaturas?	3	0

(continua)

2. As embalagens para transporte e consumo não contém inibidores de chamas bromados que possam produzir emissões se incinerados a baixas temperaturas?	2	0
Pontos totais para o elemento C.5 da matriz:		
D – Uso do Produto e Manutenção		
D.1: Uso do Produto e Manutenção X Materiais		
Para esse produto ou componente:		
	Sim	Não
1. O produto ou componente é facilmente desmontado para atualização, reparo ou reuso?	1	0
2. As partes deste produto ou componente estão prontamente disponíveis para reparo?	1	0
3. As barreiras potenciais para a reciclagem, como uso de aditivos, tratamentos metálicos em plásticos, aplicação de pinturas no plástico ou o uso de materiais de composição desconhecidas foram evitadas?	2	0
4. Os plásticos utilizados estão claramente identificados por tipo de resina?	1	0
Pontos totais para o elemento D.1 da matriz:		
D.2: Uso do Produto e Manutenção X Consumo de Energia		
Para esse produto ou componente:		
	Sim	Não

(continua)

1. O projeto do produto possibilita o mínimo consumo de energia durante o uso do produto?	2	0
2. Esse produto ou componente pode ter um ajuste de energia baseada na intensidade de atividade?	3	0
Pontos totais para o elemento D.2 da matriz:		
D.3: Uso do Produto e Manutenção X Resíduos Sólidos Para esse produto ou componente:		
	Sim	Não
1. O projeto do produto evita o uso de componentes descartáveis como baterias e cartuchos?	1	0
2. Os elementos de ligação utilizados, como parafusos e prendedores por adesão, possuem o mesmo tipo de cabeça? O uso de adesivos e soldas foi evitado para partes unidas de forma a facilitar a desmontagem, reparo e reciclagem?	2	0
3. O produto foi desenvolvido de forma a ser facilmente reparado e/ou atualizado preferencialmente à substituição total?	2	0
Pontos totais para o elemento D.3 da matriz:		
D.4: Uso do Produto e Manutenção X Efluentes Líquidos Para esse produto ou componente:		
	Sim	Não

(continua)

1. O uso dos produtos evita a liberação de substâncias conhecidas por serem poluentes da água?	5	0
Pontos totais para o elemento D.4 da matriz:		
D.5: Uso do Produto e Manutenção X Emissões Gasosas Para esse produto ou componente:		
	Sim	Não
1. A emissão de poluentes atmosféricos perigosos foi evitada durante o uso e manutenção do produto?	2	0
2. A emissão de gases que causam aquecimento global e a destruição da camada de ozônio foi evitada durante o uso e a manutenção do produto?	3	0
Pontos totais para o elemento D.5 da matriz:		
E – Fim de Vida E.1: Fim de Vida X Materiais Para esse produto ou componente:		
	Sim	Não
1. Os materiais são facilmente reusados ou comumente reciclados?	1	0
2. Os materiais são de fácil separação e identificação por tipo?	1	0
3. Algum dos materiais utilizados precisam ser dispostos como resíduo perigoso?	1	0
4. A introdução de chumbo, cádmio, mercúrio e cromo hexavalente nos materiais do produto foram evitadas?	2	0

(continua)

Pontos totais para o elemento E.1 da matriz:		
E.2: Fim de Vida X Consumo de Energia Para esse produto ou componente:		
	Sim	Não
1. As partes de plástico e fibras podem ser seguramente utilizadas para geração de energia, como na incineração?	2	0
2. Existem materiais que precisam ser transportados como resíduos perigosos para aterros industriais? (i.e. energia adicional é requerida para transportar materiais de manejo especial)	3	0
Pontos totais para o elemento E.2 da matriz:		
E.3: Fim de Vida X Resíduos Sólidos Para esse produto ou componente:		
	Sim	Não
1. Existe infraestrutura interna ou externa à empresa para recuperar/reciclar os resíduos sólidos?	2	0
2. O projeto do produto evita a ligação entre diferentes materiais que possa dificultar a sua separação?	3	0
Pontos totais para o elemento E.3 da matriz:		
E.4: Fim de Vida X Efluentes Líquidos Para esse produto ou componente:		

(conclusão)

	Sim	Não
1. O produto foi desenvolvido de forma a recuperar líquidos perigosos durante a sua desmontagem?	5	0
Ponto totais para o elemento E.4 da matriz:		
E.5: Fim de Vida X Emissões Gasosas Para esse produto ou componente:		
	Sim	Não
1. A liberação de substâncias que causam a destruição da camada de ozônio e/ou aquecimento global foi evitada durante a disposição final do produto ou componente?	2	0
2. Os gases contidos no produto podem ser recuperados durante a desmontagem para que não sejam perdidos?	1	0
3. A liberação de poluentes atmosféricos foi evitada durante a disposição final deste produto ou componente?	2	0
Pontos totais para o elemento E.5 da matriz:		

Fonte: (COBRA, 2012).