

Ecodesign: Utilização das ferramentas QFDE, DfE e Interação entre as normas ISO NBR 9001: 2015, 14001: 2015 e 16001: 2012

Ecodesign: Use of QFDE, DfE tools and Interaction between ISO NBR 9001: 2015, 14001: 2015 and 16001: 2012 standards

Submetido:23/07/2023.Aprovado:10/02/2024

Processo de Avaliação: Double Blind Review- DOI <https://doi.org/10.21710/rch.v36i2.717>

Fernando Rodrigo de Souza - fernando.souza59@fatec.sp.gov.br - <https://orcid.org/0000-0003-2874-5680>
Faculdade de Tecnologia de Sorocaba (FATEC-Sorocaba)

Mônica de Oliveira Pinheiro da Silva - monica.silva15@fatec.sp.gov.br - <https://orcid.org/0000-0002-6997-9339>

Faculdade de Tecnologia de Sorocaba (FATEC-Sorocaba)

Fabiano Gregolin de Campos Bueno- fabiano.gregolin@fatec.sp.gov.br - <https://orcid.org/0000-0002-8705-1294>

Faculdade de Tecnologia de Sorocaba (FATEC-Sorocaba)

RESUMO

Com constantes discussões acerca dos impactos negativos que a alta produtividade de vários segmentos causam no meio ambiente, torna-se cada vez mais necessária a discussão sobre a pegada de carbono que as atividades humanas deixarão para as futuras gerações. Para tentar mitigar os efeitos nocivos, há ferramentas e ações que podem ser realizadas durante o processo produtivo. A pesquisa de campo foi realizada em um Ateliê, situado na cidade de Itu, onde se trabalha com o conceito de madeira bruta, ou seja, burilando apenas o necessário para os trabalhos, trazendo o conceito de

produção *eco-friendly*, sem incorrer no *greenwashing*, pois o Ateliê não possui nenhuma certificação ISO NBR e foram avaliadas as ações ocorridas através de documentações fornecidas de procedência da madeira, fichas técnicas dos materiais fixadores, notas fiscais das matérias primas, ferramentas *QFDE* e *DfE* e interação entre as normas. O estudo apontou que mesmo que a empresa não objetive obter certificações pertinentes a seus produtos, utiliza da Voz do Consumidor (VoC), respeitando o tripé da sustentabilidade: econômico, ambiental e social atendendo aos requisitos das normas, mesmo sem sua

implantação. Porém, há fronteiras técnicas a ser superadas, pois através das interações, foi possível verificar que mesmo com todos tratativas concernentes à sustentabilidade, a priorização voltou-se aos quesitos danosos de ação extrativista, mesmo que

de forma controlada, produtos químicos utilizados prejudicando a degradação no fim de vida e o modal rodoviário utilizado no país, com importante impacto nas questões de sustentabilidade.

Palavras-chave: *ecodesign*, QFDE, DfE, ISO NBR.

ABSTRACT

With ongoing discussions about the negative impacts that high productivity in various sectors causes on the environment, it has become increasingly necessary to address the carbon footprint that human activities will leave for future generations. To attempt to mitigate harmful effects, there are tools and actions that can be carried out during the production process. The field research was conducted at an Atelier located in the city of Itu, where the concept of raw wood is used, meaning only the necessary shaping is done for the projects, introducing the concept of eco-friendly production without incurring in greenwashing, as the Atelier does not have any ISO NBR certification. The actions were evaluated through documentation provided regarding the origin of the wood, technical data sheets

for the fasteners, invoices for raw materials, QFDE and DfE tools, and the interaction between standards. The study found that, even though the company does not aim to obtain certifications relevant to its products, it applies the Voice of the Customer (VoC), respecting the sustainability tripod: economic, environmental, and social, meeting the requirements of the standards, even without their implementation. However, there are technical barriers to be overcome, as the interactions revealed that, despite all the efforts concerning sustainability, priority was given to harmful aspects of extractive activities, even in a controlled manner. The chemicals used harm degradation at the end of life, and the road transport system used in the country significantly impacts sustainability issues.

Keywords: *ecodesign, QFDE, DfE, ISO NBR.*

1. INTRODUÇÃO

A capacidade de desenvolver e lançar produtos com sucesso é fundamental para a manutenção e competitividade de uma empresa, seja de bens duráveis, perecíveis ou provisões de serviços. Mas, se faz necessário entender qual o nicho de mercado que a empresa quer atender e através dele estabelecer metas e objetivos a serem alcançados.

Desde a Revolução Industrial, a sociedade utiliza os recursos naturais e não renováveis, para gerar produtos objetivando o consumo, fomentando o crescimento da economia que é inevitável e necessário para uma sociedade capitalista, mas correntes de pensamentos para a diminuição da pegada de carbono foram surgindo ao longo dos anos, sendo preconizado o consumo e fabricação através de formas mais sustentáveis do ponto de vista econômico, ambiental e social. Esse tripé da sustentabilidade precisa estar equilibrado para a manutenção de um planeta que será morada de futuras gerações.

Segundo Hoppe, Alvim, Ketzer e Souza (2011), um marco inicial das discussões da relação das formas de fabricação e consumo, foi a publicação em 1962 do livro Primavera Silenciosa, escrito por Rachel Louise Carson, que alertava à sociedade sobre os efeitos tóxicos dos produtos químicos no meio ambiente e seus consequentes impacto na saúde humana.

Os pontos levantados por Carson, foi ganhando maiores proporções, com soluções bem-sucedidas para muitos dos problemas atuais, exigindo novas abordagens como fruto de novas ideias sociais, onde tanto a administração como a gestão e engenharia tradicional precisam reavaliar e adaptar-se aos métodos necessários para abordagens holísticas objetivando novos paradigmas, que ganham robustez com os conceitos como: Qualidade Total, Marketing Total e Verde, Reengenharia, Logística Reversa, Ecologia Industrial, Engenharia da Sustentabilidade e *Ecodesign* que é a sob dessa perspectiva a proposta do presente estudo.

Devemos considerar o fato de que projetar um produto aparentemente inofensivo em uma área de produção local, não significa que não poderá interferir em outra natureza, pois os produtos são mais universais do que os próprios processos, e se não forem calculados os riscos ambientais, podem ser cometidos vários erros. Então deve considerar fatores mais amplos do que apenas o desempenho de uma eficiência do produto e do

processo. Para isso, podemos usar ferramentas como QFD (*Quality Function Deployment Environment*: Desdobramento da Função Qualidade), QFDE (*Quality Function Deployment Environment*: Desdobramento da Função Qualidade Ecológica), DfE (*Design for the Environment*- Projeto para o Meio Ambiente), legislações pertinentes e certificações, como as da ISO NBR concernentes ao tema.

Como objetivo geral, o estudo objetiva mapear um processo de criação da utilização da madeira, com a menor agressão ao material e com isso analisando quais os melhores processos para se atingir os objetivos estéticos e técnicos para verificação de sua sustentabilidade ambiental, através das ferramentas QFDE, DfE e normas da qualidade.

O estudo visa demonstrar a importância do desenvolvimento de produtos preocupando-se com o menor impacto ambiental que estes possam provocar, ou seja, demonstrar através de ferramentas consolidadas em várias áreas, que conceitos como o *ecodesign*, a produção *eco-friendly*, a sustentabilidade, são válidas, passíveis de comprovação através dessas ferramentas, embasando o trabalho através do cientificismo.

Com a oferta de produtos e processos robustos com baixíssimos níveis de emissões tóxicas ao obter informações sobre o ciclo de vida do produto, desde sua concepção até ser descartada, objetiva-se também apresentar os pontos importantes de produção, desempenho destes, visando melhorar a qualidade do ambiente.

Considerando a evolução dos sistemas de qualidade e adaptando-os às ferramentas modernas de gestão da qualidade, a demanda por indústrias de produtos de madeira, com um sistema de gestão da qualidade industrial e ambiental, tornando este tipo de empresa mais competitiva, o presente estudo objetiva acompanhar esse processo como uma imersão nas etapas da produção, com foco nos elementos de *ecodesign* e nas metodologias concernentes à qualidade.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Ecodesign

O *ecodesign* surgiu como uma abordagem promissora para integrar as preocupações ambientais no processo de desenvolvimento de produtos. Nas últimas décadas, o *ecodesign* evoluiu de uma perspectiva de engenharia para uma questão

organizacional, técnica e de design (Charter, 2001; Pigosso, 2012). Essa concepção teve origem com o designer austríaco Victor Papanek, por meio da publicação do livro “*Design For The Real World*”, lançado em 1971 .O conceito de *ecodesign* que objetiva minimizar a pegada ambiental que a população deixa para as futuras gerações, porém há de se frisar que, debaixo do guarda-chuva do conceito/ ferramenta, existem mais de 150 ferramentas (não há um número exato de ferramentas, visto que é um conceito em desenvolvimento, com a criação, exclusão e interpolação) para a aplicabilidade e robustez nas decisões.

A aplicação do *ecodesign* é útil e importante para empresas que reconhecem o fato de que o desempenho ambiental é vital para sustentar o sucesso a longo prazo. A aplicação de *ecodesign* tem o potencial de levar à conformidade legal, melhoria de imagem, redução de custos e riscos. Também promove a inovação de produtos, novas oportunidades de negócios, melhoria da qualidade do produto e o desenvolvimento de novos mercados (Hauschild, Jeswiet & Alting, 2005; Wimmer, Lee, Quella & Polak, 2010). Porém, espera-se que o *ecodesign* nasça no projeto do produto, onde as matérias-primas e processos tem que ser repensados, onde há um impasse de aceitação por parte de grandes corporações, com a diminuição dos lucros e impacto nos preços dos produtos acabados, não sendo atraente financeiramente ao consumidor final.

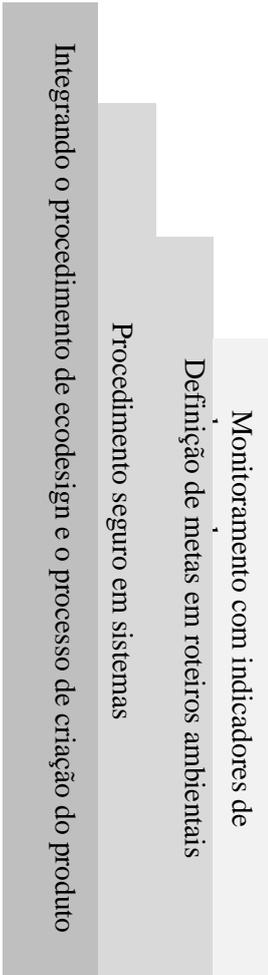
O *ecodesign* pode desempenhar um papel estratégico na mudança para produtos mais refinados que também poderão contribuir para a mudança da sociedade em direção ao consumo e produção sustentáveis (Karlsson & Luttrupp, 2006). A aplicação do *ecodesign* pode permitir que as empresas convertam desafios em oportunidades (Ramani *et al.*, 2010; Wimmer *et al.*, 2010). É possível inferir, que produtos mais refinados comportem os conceitos do *ecodesign*, pois há público com poder econômico, para consumir os produtos.

O termo sustentabilidade, no conceito de *Triple Bottom Line* (TBL), surgiu no contexto organizacional na década de 1990 (Elkington, 1997), introduzindo no processo de tomada de decisão das empresas, além da dimensão econômica, as dimensões ambiental e social (Kneipp, Gomes, Bichueti, & Maccari, 2012; Froehlich & Bitencourt, 2016).

Tabela 1

Grade de Maturidade do Ecodesign

0	O departamento de desenvolvimento entrega produtos sem consideração aos impactos ambientais que podem causar; não utilização de programas ou ferramentas para resolver este problema	
1	As questões ambientais são levadas em consideração apenas incidentalmente e principalmente impulsionadas por iniciativas individuais. Os riscos ambientais para o negócio não são identificados ou avaliados. Há primeiros sinais de métodos e ferramentas.	
2	Um procedimento de design ecológico incluindo requisitos ambientais obrigatórios está disponível no centro de desenvolvimento.	
3	O procedimento de <i>ecodesign</i> disponível abrange todos os elementos da estrutura para procedimentos de <i>ecodesign</i> e é usado em alguns projetos. Um sistema de gestão (como ISO 14001/9001/outro) está em vigor no centro de design.	
4	O procedimento de <i>ecodesign</i> é usado em muitos projetos. O procedimento de <i>ecodesign</i> está integrado no sistema de gestão (como ISO 14001/9001/outros).	
5	Um procedimento obrigatório de <i>ecodesign</i> está em vigor no centro de design. O procedimento de <i>ecodesign</i> é usado na maioria dos projetos.	
6	O procedimento de <i>ecodesign</i> é usado em todos os projetos. Os roteiros ambientais são usados como entrada para a definição de metas no procedimento de concepção ecológica. Este processo de atualização está integrado no sistema de gestão (como ISO 14001/9001/outros).	
7	O sistema de gestão do centro de desenvolvimento (como ISO 14001/9001) é certificado externamente.	
8	Objetivos alinhados à preservação do meio ambiente para superar o desempenho ambiental dos produtos concorrentes. Projetos de desenvolvimento são iniciados para atingir esses objetivos.	
9	A organização sabe que passos devem ser dados para alcançar a aplicação do <i>ecodesign</i> . Os planos estão prontos e em vigor para alcançar essa posição.	
10	Reconhecimento por concorrentes e outros pelas melhores práticas. Excelência empresarial sustentada, totalmente integrada com os parceiros.	



Fonte: De Caluwe (2004), adaptado pelos autores.

Sobre o tripé da sustentabilidade, é imprescindível que os três pilares estejam alinhados e alicerçados. Na Tabela 1, apresenta-se uma adaptação da grade de maturidade do *ecodesign* proposta por De Caluwe (2004), evidenciando as etapas necessárias para a implementação do conceito de *ecodesign* dentro do Projeto e Desenvolvimento de Produto (PDP), que, de acordo com Rozenfeld *et al.* (2006), é um conjunto de atividades

realizadas dentro de uma sequência lógica com o objetivo de produzir um bem ou serviço que tem valor para específicos grupos de clientes."

Com o sequenciamento da grade de Maturidade, todo o sistema criativo/ produtivo, passa a se alinhar aos conceitos do *Ecodesign* e com isso novas proposituras são necessárias e há a evidenciação da necessidade de um Sistema Integrado de Gestão, que contemple normas e legislações, que sejam alicerçadas em toda a cadeia produtiva. Apresentamos a seguir, as abordagens/conceitos que se tornam importantes para este novo cenário.

A abordagem *cradle-to-cradle* (do berço ao berço), é um sistema que se afasta do processo de fabricação linear convencional, que se concentra em levar matérias-primas para produzir produtos que acabarão sendo descartados, em direção a uma abordagem circular, fechando o ciclo de produção e eliminando o desperdício (McDonough & Braungart, 2002).

O conceito *cradle to grave* (C2G), que é a avaliação do berço ao túmulo, considera os impactos em cada estágio do ciclo de vida de um produto, desde o momento em que os recursos naturais são extraídos do solo e processados em cada estágio subsequente de fabricação, transporte, uso do produto e, finalmente, descarte.

E o *cradle to gate*, conceitualmente são as práticas do *ecodesign*, sob o tripé da sustentabilidade, levando-se em consideração aspectos econômicos, sociais e ambientais, conceituação do produto, refere-se ao impacto de carbono de um produto desde o momento em que é produzido até o momento em que entra na loja ou para o consumidor final, fechando a cadeia produtiva nesse estágio, o Ateliê conceitualmente, tem como compromisso, a qualidade e consequente durabilidade de seus produtos, é nesse conceito que o presente trabalho é evidenciado. Sem desconsiderar os demais conceitos, pois podem ser complementares.

2.2. A Metodologia QFDE- Quality Function Deployment Environment:

Desdobramento da Função Qualidade Ecológica

O QFD, é um método para desenvolver a qualidade de design destinada a satisfazer o consumidor e, em seguida, traduzir as demandas do mesmo em metas de projeto e principais pontos de garantia de qualidade a serem usados em toda a fase de

produção (Akao, 1990), é uma filosofia para garantia de qualidade (Mizuno & Akao, 1993).

Há duas versões além da proposta por Akao (1990): o QFD-Estendido e o QFD das Quatro Ênfases. O QFD-Estendido foi criado por Don Clausing a partir da versão das Quatro Fases de Macabe (Cheng *et al.*, 1995). Essa versão é descrita em Clausing (1993) e em Clausing & Pugh (1991). A versão do QFD das quatro ênfases é caracterizada pela existência de quatro tipos de desdobramentos ou ênfases (qualidade, tecnologia, custo e confiabilidade), possibilitando novos desdobramentos da função qualidade e melhor acuracidade do fator que será enfatizado em cada etapa do processo.

Masui, Sakao, Kobayashi & Inaba (2003) desenvolveram um novo método chamado QFD para Meio Ambiente (QFDE), incorporando aspectos ambientais (voz ambiental dos clientes (VoC) e métricas de engenharia ambiental (EM) no QFD para lidar com os problemas ambientais e requisitos tradicionais de qualidade do produto juntos, destinados a serem usados nos estágios iniciais do projeto do produto. Porém, a versão desenvolvida por Akao (1990), já permitia esses novos desdobramentos, tanto que o cerne do QFD não foi modificado, que é fazer interações e através delas, ponderações para ações que a matriz priorizou. Sakao (2007) propôs uma metodologia geral de projeto para apoiar efetivamente projeto de produto consciente.

A Voz do Cliente ou a Voz do Consumidor (VoC- *Voice of the Customer*) pode ser considerada como estratégia de um processo de comercialização, pois é a partir dela em que se identifica o que o consumidor realmente deseja consumir. Também é a base para o projeto de produto e o que deu início à ferramenta da qualidade conhecida como Matriz QFD (Shillito, 2001; Cooper & Edgett, 2008). Chan & Wu (2002) reforçam que a voz do cliente (Requisitos do Cliente) deve ser cuidadosamente analisada e desdobrada para uma linguagem técnica (Voz da Engenharia). A partir dessas informações, entra-se na etapa de transformar a Voz do Consumidor na voz de engenharia e sua função é apresentar visualmente as relações entre os diferentes tipos de dados.

Entre as técnicas utilizadas na avaliação ambiental, O QFDE, que foi derivado do QFD tradicional, destacamos como uma ferramenta por ter a capacidade de combinar requisitos de design de produto com aspectos econômicos, sociais e ambientais. Existem alguns estudos na literatura que combinam QFD com tomada de decisão métodos e/ou modelos de programação linear para atingir um desenvolvimento de produto otimizado.

No entanto, nenhum destes estudos integrados tinham o viés específico para as preocupações ambientais.

2.3. Matriz Design for Environment (DfE)

O objetivo da ferramenta é determinar o impacto ambiental de um produto por meio de um conjunto de 100 perguntas pertinentes às práticas do design do produto ao longo do ciclo de vida (desde a matéria-prima, extração, e até as questões de fim de vida). As perguntas foram elaboradas para incentivar a consideração pela equipe de projeto dos possíveis impactos ambientais causados pela fabricação, uso e descarte do produto. Além disso, a matriz destaca áreas de preocupação ambiental e fornece ideias e opções para resolver essas preocupações. A intenção deste kit de ferramentas é levantar questões sobre o impacto ambiental de um produto que pode não ter sido considerado anteriormente e fornecer uma análise semiquantitativa de projetos de produtos alternativos (Johnson & Gay, 1995; Santos-Reyes & Lawlor-Wright, 2001). É possível inferir, que o DfE pode ser aplicado ao desenvolvimento da estratégia de gestão de carbono se as palavras “partes interessadas demandas” são substituídas por “demanda do usuário”.

2.4. Interação entre ISO NBR 9001:2015, ISO NBR 14001:2015 e ISO NBR 16001: 2012

A ISO 9000 foi concebida como um sistema de padrões de gestão (*Management system standards*), ou seja, um sistema para estabelecer políticas e objetivos, bem como uma forma de atingir esses objetivos (*International Organization for Standardization [ISO], 2015a*). A família de normas ISO 9000:2000 revisada inclui um "modelo de um sistema de gestão da qualidade baseado em processos" e uma ênfase muito mais forte na natureza sistêmica da norma. Além disso, a ISO 9001:2015 promove um conjunto de oito princípios: foco no cliente, liderança, envolvimento de pessoas, abordagem de processo, abordagem de sistemas para gerenciamento, melhoria contínua, abordagem factual para tomada de decisão e relações com fornecedores mutuamente benéficas. Essas premissas norteiam a base para os princípios de gestão da qualidade dentro da ISO 9000.

A ISO 14001, introduzida em 1996 e revisada em 2015, compartilha a mesma abordagem e princípios da ISO 9000 (ISO, 2015b). Além disso, ambas as normas contêm apêndices que demonstram diretamente a ligação entre as respectivas cláusulas dessas

normas, ou seja, partilham dos mesmos princípios. A ISO 16001, por sua vez, permeia diretrizes referentes à sustentabilidade. Enquanto a ISO 14001 trata de aspectos ambientais, a ISO 16001 aborda normas sobre responsabilidade social, sendo lançada em 2004 pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), a primeira regulamentação voltada para a responsabilidade social emitida por um organismo de normalização (Associação Brasileira de Normas Técnicas [ABNT], 2012).

3. METODOLOGIA

O método descritivo é desenvolvido com a descrição das características de determinadas populações ou fenômenos, estabelecendo relações variáveis que se manifestam espontaneamente. (Gil, 2017). Segundo Mattar (2013), compreendem diversidade de métodos para obtenção da coleta de dados como: entrevistas pessoais, entrevistas por telefone, questionários pelo correio, questionários pessoais e observação. Descrição dos fatos, mediante o conhecimento da realidade (Triviños, 1987).

O método qualitativo é aquele que se ocupa do nível subjetivo e relacional da realidade social e é tratado por meio da história, do universo, dos significados, dos motivos, das crenças, dos valores e das atitudes dos atores sociais (Minayo, 2013). Para Vieira (1996, p. 66) “o raciocínio e a argumentação na análise qualitativa são baseados na variedade de técnicas usadas no modo qualitativo”.

Os estudos aplicados investigam um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real, nasce do embasamento teórico para conceitos da vida real (Yin, 2018). Os estudos de caso estão inseridos nesse contexto e o presente trabalho, teve como premissa embasar teoricamente os conceitos apresentados, realizando considerável revisão bibliográfica, utilização de ferramentas da qualidade e engenharia da sustentabilidade, mediante questionário com perguntas abertas, estudo do conceito utilizado pelo Ateliê e interação sistemática das normas propostas para o tema.

O estudo de caso objetivou mapear o processo através da ferramenta QFDE, entender o impacto causado pela produção através da ferramenta DfE e propor melhorias ao processo, enfatizando a responsabilidade social, e o respeito ao meio ambiente. Através de um questionário (que consistiu em 10 questões abertas, que versaram sobre a junção dos processos criativo e produtivo, encaminhado ao designer responsável pela criação e

manutenção do Ateliê) procuramos adentrar no cenário das concepções do designer em relação aos três eixos que sustentam esta pesquisa, bem como o tratamento de rejeitos, e o compromisso de não poluir água, ar e solo.

Com as informações fornecidas pelo designer, foi possível fazer aplicar as ferramentas QDFE, DfE e traçar as estratégias para levantamento de dados para interação entre as normas, pertinentes à pesquisa. É importante frisar, que essas ferramentas devem ser realizadas por um grupo multidisciplinar (que nesse caso foi composto pelos autores e pelo designer), garantindo maior acuracidade dos resultados finais, a fins de replicação em outros estudos.

4. ANÁLISE DOS DADOS

De acordo com dados fornecidos, a grande maioria dos objetos não demandam uso de adesivos (colas). Quando usados, são basicamente três tipos, dependendo de cada necessidade:

1. Adesivo para produtos de uso externo: é um tipo de PVA (é um polímero de adição, usado na fabricação de tintas, gomas de mascar, adesivos e colas) de última geração, que é biodegradável, porém em sua degradação é emitido CO₂. Em contato com fabricante desse produto, foi questionado sobre pesquisas para minimização desses efeitos, tais estão em andamento, porém é o adesivo mais moderno em termos de preservação ambiental oferecido pelo mercado. Tem em sua composição: acetato de Polivinila.
2. Adesivo de Contato - usado para aplicação de chapas de melamina (fórmica). Não é biodegradável. Composição Borracha de policloropreno (conhecida no mercado como Neoprene: borracha sintética bem fina, usada para conferir elasticidade), resinas sintéticas, solventes aromáticos e alifáticos (Podem ser encontrados na composição da madeira, como tintas e removedores de machas).
3. Adesivo Cascamite (é um tipo de adesivo muito indicado para a colagem entre madeiras com superfícies extensas) – usado para colagem de lâminas de madeira sobre chapas de compensados (chapas de madeira em lâminas coladas com as fibras opostas) ou MDF (Medium Density Fiberboard - Placa de Fibra de Média

Densidade, que é uma mistura de fibra de madeira com resina sintética líquida a partir do formol e uréia).

Outros componentes foram utilizados na fabricação dos móveis de uso externo, tais como: aço inoxidável geralmente classe 304 (Conhecido como 18-8, o aço AISI 304 possui 18% de cromo e 8 % de níquel em sua composição química, é o mais utilizado do mercado). Nos demais usos ferro galvanizado (processo de fabricação em que um revestimento de zinco é aplicado na superfície).

De acordo com os dados da entrevista, as madeiras devem ter planos de manejo aprovados e são controlados na compra e transporte através de documentação específica genericamente chamada de DOF – Documento de Origem Florestal. O “cavaco”, como é mais conhecido, resíduo resultante do processo de beneficiamento é fornecido para a forragem de cocheiras de cavalos, material muito disputado na nossa região para essa finalidade. O perfil do consumidor ainda está concentrado no formador de opinião, um público muito informado e conectado nas práticas do consumo consciente, no que estamos hoje entendendo como a economia circular.

A entrevista também apontou para o fato do Ateliê possuir como prática, a utilização dos estoques de matéria prima, recortando as toras e pranchas sempre buscando o menor desperdício, tirando as peças maiores e fazendo uma escala de aproveitamento até chegar na caneta, no anel. Com base nas respostas obtidas, foram realizadas as análises QFDE e DfE, a seguir:

4.1. Símbolos e métricas utilizados para análise QFDE

Os requisitos priorizados são calculados pela multiplicação do peso atribuído ao símbolo de relações (forte, moderado, fraco) pelo grau de importância relativa (Berk & Berk, 1997). Para a utilização dessa matriz, foram utilizados os critérios apresentados na Tabela 2. No topo do 'telhado' do QFDE, as correlações entre pares seguem cada eixo. Para o topo do “telhado” do QFDE as correlações entre pares, seguinte cada eixo:

Tabela 2

Crítérios para as Correlações e Priorizações no Topo do Telhado do QFDE

Muito Positiva	Positiva	Negativa	Muito Negativa	Neutra
++	+	-	--	0

Fonte: Elaborada pelos autores.

Relações com a qualidade, meio ambiente e custo, utilizando como premissa a Voz do consumidor (VoC), estão apresentadas na Tabela 3. Essas relações incluem os requisitos do projeto para qualidade, tecnologia, custo, confiabilidade e sustentabilidade ambiental em diferentes fases, como concepção, manufatura, entrega ao consumidor, descarte, reuso, remanufatura e reciclagem.

Tabela 3

Relações com a Qualidade, Meio Ambiente e Custo Utilizando a Voz do Consumidor (VoC)

Forte	Moderada	Fraca	Não se aplica
9	3	1	0

Fonte: Elaborada pelos autores.

Relações com a qualidade projetada, benchmarking competitivo e análise comparativa entre os produtos ofertados no mercado, utilizando como premissa a Voz do consumidor (VoC), estão apresentadas na Tabela 4. Os requisitos do projeto incluem qualidade, tecnologia, custo, confiabilidade e sustentabilidade ambiental, abrangendo todas as fases do ciclo de vida dos produtos, desde a concepção até o descarte e reuso.

Tabela 4

Relações com a Qualidade Projetada, Benchmarking Competitivo e Análise Comparativa Utilizando a Voz do Consumidor (VoC)

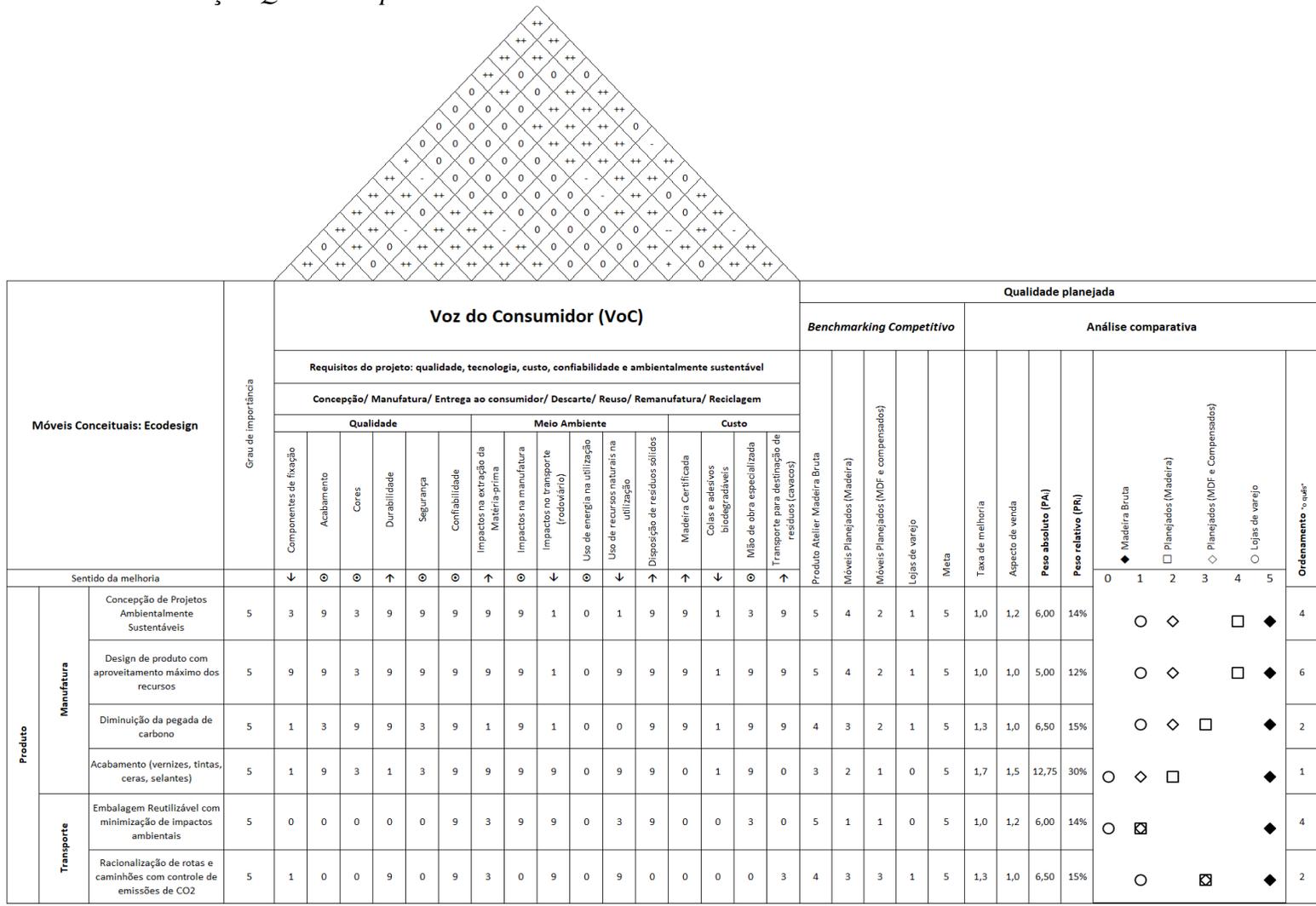
Muito Forte	Forte	Médio	Fraco	Muito Fraco	Nulo
5	4	3	2	1	0

Fonte: Elaborada pelos autores.

A Figura 1 apresenta a análise do desdobramento da Função Qualidade para o Meio Ambiente, destacando as correlações entre os requisitos de qualidade e sustentabilidade. Esse processo é fundamental para garantir a integração dos critérios ambientais nos projetos de desenvolvimento de produto.

Figura 1

Análise do Desdobramento da Função Qualidade para o Meio Ambiente.



Fonte: Elaborada pelos autores, baseado em Akao, (1990); Clausing (1993) & Masui et al. (2006).



A Tabela 5 apresenta a análise de móveis conceituais de ecodesign, levando em consideração a Voz do Consumidor (VoC), com foco nos requisitos do projeto, como qualidade, tecnologia, custo, confiabilidade e sustentabilidade ambiental. Além disso, aborda o produto, a manufatura e o transporte, bem como o ciclo completo de vida do produto.

Tabela 5

Análise de Móveis Conceituais de Ecodesign Considerando a Voz do Consumidor (VoC)

1ª Parte: Análise de Móveis conceituais de ecodesign, levando-se em consideração a VoC	2ª Parte: Análise de Móveis conceituais de ecodesign, levando-se em consideração a VoC.
Requisitos do projeto: qualidade, tecnologia, custo, confiabilidade e ambientalmente sustentável.	Produto: Manufatura e Transporte.
Concepção/ Manufatura/ Entrega ao consumidor/ Descarte/ Reuso/ Remanufatura/ Reciclagem.	As interações foram consideradas como parte do metabolismo industrial que estão inseridos: extração, manufatura, transporte.

Fonte: Elaborada pelos autores.

É possível notar que na análise de priorização, foi destacado em 1º lugar a manufatura no estágio de acabamento, pelo uso de colas, vernizes e tintas, que quando ocorrer o fim de vida do produto há os impactos ambientais oriundos do descarte, visto que esses agregados dos móveis não possuem viabilidade de reciclabilidade.

A análise demonstrou que a 2ª priorização, diz respeito à pegada de carbono, visto que mesmo sendo madeiras certificadas pelo IBAMA e FSC, ainda é um modo extrativista, sendo prejudicial ao meio ambiente. Na mesma posição, foi analisado o transporte, pois prioritariamente é utilizado o modal rodoviário no Brasil e principalmente nesse segmento madeireiro não se trata de *commodities* (que são produtos de origem agropecuária e extração mineral, com preços regulados pela Bolsa de Valores), o mesmo não se aplica aos combustíveis utilizados no transporte, pois se enquadram em *commodities*.

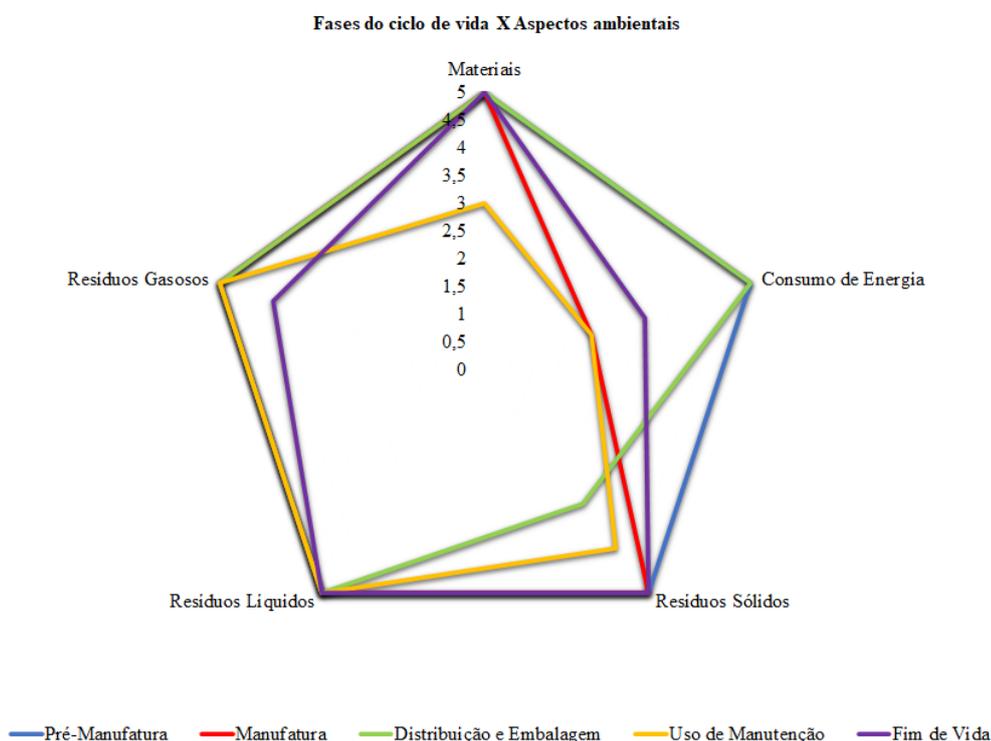
Tendo como principais análises os *rankings* obtidos através da análise QFDE, é possível constatar que móveis de madeira são danosos ao meio ambiente, mas podem ser feitos de forma a contemplar o tripé da sustentabilidade, através da racionalização dos processos extrativistas

Fernando Rodrigo de Souza, Mônica de Oliveira Pinheiro da Silva, Fabiano Gregolin de Campos Bueno da madeira, como por exemplo os aplicados pelo Ateliê e o modal rodoviário é um grande impeditivo de melhora na sustentabilidade em qualquer cenário analisado com outros tipos de oferecimento de móveis.

A Figura 2, apresenta a análise DfE, detalhando as fases do ciclo de vida do produto e os respectivos aspectos ambientais.

Figura 2

Análise DfE: Fases do Ciclo de Vida X Aspectos Ambientais



Fonte: Elaborada pelos autores.

A análise do DfE, demonstra a mesma problematização quanto à extração de madeiras e transporte no modal rodoviário, mas nos cenários estudados, o conceito de *ecodesign* é benéfico por favorecer a utilização máxima da madeira, o conceito de ideação através de madeira bruta proposta pelo Ateliê, mostrou-se efetivo pois utiliza-se madeiras de árvores tombadas e a utilização máxima das madeiras certificadas pelo IBAMA e FSC e destinação correta dos resíduos oriundos dos processos produtivos “cavacos”, para forragem de cocheiras de cavalos, postergando a sua destinação em aterros sanitários, pois trata-se de material orgânico, que nesse caso por ter uma origem vegetal e de assimilação pela natureza para sua decomposição.

Com as análises do QDFE e DfE, foi possível fazer as interações entre qualidade, tecnologia, custo, confiabilidade e ambientalmente sustentável. Através da entrevista feito com o designer, foi possível verificar que este está focado no cliente formador de opinião, ou seja, a análise realizada através da Voz do Consumidor (VoC), levou-se em consideração esse perfil.

Os pontos que puderam ser observados para melhoria: os produtos selantes, colantes etc., que precisam ter um avanço tecnológico para minimização da emissão de CO₂, em sua degradação.

A empresa trabalha com os conceitos de ecodesign, mesmo sem as obrigações que as normas da qualidade impõem. Através da concepção dos produtos e compra de madeiras de árvores tombadas e chanceladas pelo IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis) e FSC (Forest Stewardship Council- Conselho de Manejo Florestal ou Conselho de Gestão Florestal), os órgãos máximos no país para deliberação no manejo de madeiras. Todas as documentações foram fornecidas pelo designer, balizando o compromisso que o mesmo tem com a preservação do meio ambiente.

Com a prática do designer é possível constatar que o Ateliê não se utiliza de *greenwashing* que é a propagação de falsas informações socioambientais, duvidosas ou oportunistas, que induzam terceiros a conclusões equivocadas sobre a natureza, atributos, benefícios, ou atividades da empresa que as promove (Pagotto, 2013), consistindo em uma violação ética (Pagotto, 2016).

A interação das normas ISO ocorreu por pesquisa documental e análise de conteúdo das normas ISO 9001, 14001 e 16001, concernentes ao tema: *ecodesign*.

A Tabela 6 mostra as interações entre as normas ISO e os indicadores de gestão para *ecodesign*, evidenciando as áreas de sobreposição e complementaridade entre os sistemas de gestão da qualidade, ambiental e social.

Tabela 6

Interação entre ISOs e Indicadores de Gestão para Ecodesign

ISO 14001	ISO 16001	ISO 9001	Critérios	Indicadores	Abrangência das normas			Autores
					14001	16001	9001	
6.1.3	3.3.2	8.2	Requisitos legais	Conformidade com a legislação	x	x	x	Trianni <i>et al.</i> (2019); Feil, Quevedo & Schreiber (2017)
6.1.2	-	-	Aspectos ambientais	Fornecedores ecologicamente corretos (<i>eco-friendly</i>)	x	-	-	Chang & Cheng (2019)
				Consumo de matérias-primas ecologicamente correta (renováveis)	x	-	-	Chang & Cheng (2019)
				Consumo de matérias-primas não renováveis	x	-	-	Singh, Olugu & Fallahpour (2013)
7.1	3.3.4	7.1.2	Pessoas	Educação ambiental para colaboradores	X	-	-	Chang & Cheng (2019)
-	-	7.1.4	Ambiente para operação dos processos	Equipamento para manuseio de matérias-primas	-	-	x	Trianni <i>et al.</i> (2019)
				Armazenamento de matérias-primas	-	-	x	Trianni <i>et al.</i> (2019)
				Poluição Sonora	-	x	-	Chang & Cheng (2019)
9.1	3.6.1	9.1	Avaliação de desempenho	Reciclagem de resíduos	x	-	-	Feil, Quevedo & Schreiber (2017)
				Tratamento de resíduos Sólidos	x	-	-	Feil, Quevedo & Schreiber (2017); Singh, Olugu & Fallahpour (2013)
				Reclamações de clients	-	-	x	Chang & Cheng (2019)
-	-	9.1.2	Satisfação do cliente	Produtos seguros	-	x	x	Trianni <i>et al.</i> (2019)
				Respeito ao prazo de entrega	-	-	x	Chang & Cheng (2019); Trianni <i>et al.</i> (2019)
				Garantia de qualidade (dos produtos)	-	x	x	Chang & Cheng (2019)

Fonte: Elaborada pelos autores.

É possível notar com a interação entre as normas citadas, que elas são complementares e não conflitantes. A ISO 9001:2015, foi a norteadora do estudos e os requisitos referentes ao tripé da sustentabilidade, foram complementares com as demais normas estudadas.

Os autores constantes no quadro 5, dissertaram amplamente sobre as normas citadas e seus trabalhos têm alta relevância acadêmica, porém a premissa foi da análise foram as normas ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 e ISO 16001:2012.

O local onde se realizou parte do estudo, não possui nenhuma certificação ISO, porém aplicam metodologias de trabalho, desde a concepção do produto até a entrega final, alinhadas com as normas. Apesar de serem móveis conceituais, onde tem como premissa o designer respeitando as formas da madeira, possuem instruções de trabalho, de procedimentos, fichas de emergência, ou seja, faz parte organicamente do funcionamento da empresa.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo analisar a prática do ecodesign e para isso se valeu do estudo de caso em um Ateliê, onde o designer trabalha há 40 anos com o conceito de sustentabilidade em seus projetos e processos.

Desde o primeiro contato o designer prontificou-se a fornecer todos os dados solicitados, inclusive com documentação comprobatória de todas as afirmações que realizou em suas respostas e através desses dados foram realizadas análises através da ferramenta QFDE, que por meio de suas interações e priorizações, demonstrou que a atividade extrativista de madeira, mesmo de forma legal e controlada é danosa ao meio ambiente, não dando sustentabilidade ao tripé: econômico, ambiental e social. Além, do extrativismo da madeira, foram consideradas: a extração do petróleo utilizado na movimentação e colas, selantes e tintas próprios da indústria moveleira.

Com as respostas das 100 perguntas padrão propostas pela ferramenta DfE, foi possível convalidar, que a prática extrativista, tanto da madeira, quanto do combustível utilizado pelo modal rodoviário, que é predominantemente utilizado no país, mesmo empresas com o viés de sustentabilidade não conseguem atingir a plenitude de seus resultados por conta de limitações externas.

Com as interações e priorizações do QFDE e análise do DfE, foram consideradas normatizações para balizamento e norteamento de condutas e padronização de processos, sendo feito a interação das ISO's 9001, 14001 e 16001, todas as análises convergiram em um ponto

Fernando Rodrigo de Souza, Mônica de Oliveira Pinheiro da Silva, Fabiano Gregolin de Campos Bueno comum, que atividades extrativistas aumentam a pegada de carbono, há meios de mitigação, como o conceito de *ecodesign*, sustentabilidade, legislações e normalizações, porém há uma limitação no que tange a necessidade de transportes e agregados dos móveis: colas, selantes, tintas.

Em contato com as fabricantes desses agregados inerentes ao processo, todas informaram que tem equipes dedicadas à P&D (Pesquisa e Desenvolvimento), trabalhando para que as emissões de CO₂ sejam diminuídas gradualmente até o almejado alcance de zero emissão. No quesito modal rodoviário há uma intensa pesquisa de biocombustíveis, mas há um longo caminho a se percorrer para substituição do diesel utilizado nos caminhões atualmente para meios mais sustentáveis, sejam eles através do modal rodoviário ou investimento na reativação do modal ferroviário. A indústria moveleira é uma grande consumidora de madeira e por ser uma prática extrativista, mesmo com certificações e controle, acabam acarretando prejuízos ao meio ambiente, pois mesmo com madeira certificada e árvores tombadas, um ecossistema se forma ao redor, sendo prejudicado pela sua extração.

Os consumidores devem repensar suas formas de consumo, pensando sustentavelmente em questões de práticas e quantidades, pois suas ações presentes impactarão na vida das futuras gerações.

REFERÊNCIAS

- Akao, Y. (1990). *Introduction to quality deployment*. (In Japanese). JUSE, Tokyo, Japan.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2012). *NBR ISO 16001: Sistema de gestão de responsabilidade social – Requisitos*. ABNT.
- Berk, J., Berk, S. (1997). *Administração da qualidade total: O aperfeiçoamento contínuo*. IRASA, São Paulo.ASA, 1997.
- Chan, L., Wu, M. (2002). Quality function deployment: A literature review. *European Journal of Operational Research*, 143(3), 463-497. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(02\)00178-9](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(02)00178-9)
- Chang, A.Y. & Cheng, Y. T. (2019). Analysis model of the sustainability development of manufacturing small and medium-sized enterprises in Taiwan. *Journal of Cleaner Production*, 207, 458-473, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.025>
- Charter, M. (2001). Managing ecodesign. In: M. Charter, U. Tischner (Eds.), *Sustainable solutions: Developing products and services for the future*. (pp.221-241). Greenleaf Publishing, Sheffield.

Clausing, D. (1993). *Total quality development: A step-by-step guide to world-class concurrent engineering*, ASME, New York.

Clausing, D. & Pugh, S. (1991). Enhanced quality function deployment. *Design and Productivity International Conference*, Honolulu.

De Caluwe, N. (2004). Business benefits from applied ecodesign. *IEEE Transactions on Electronics Packaging Manufacturing*, 27(4), 215-220.

<https://doi.org/10.1109/AGEC.2004.1290904>

Cooper, R. G. & Edgett, S. J. (2008). Maximizing productivity in product innovation. *Research-Technology Management*, 51(2), 47-58. <https://doi.org/10.1080/08956308.2008.11657495>

Elkington, J. (1997). *Cannibals with forks: The triple bottom line of 21st century business*, Oxford, Capstone.

Feil, A. A., Quevedo, D. M. De & Schreiber, D. (2017). An analysis of the sustainability index of micro- and small-sized furniture industries. *Clean Techn Environ Policy*, 19, 1883-1896. <https://doi.org/10.1007/s10098-017-1372-7>

Froehlich, C. & Bitencourt, C. C. (2016). Sustentabilidade empresarial: Um estudo de caso na empresa Artecola. *Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, 5(3), 2016. <https://doi.org/10.5585/geas.v5i3.332>

Hoppe, L., Alvim, A. M., Ketzer, J. M. M. & Souza, O. T. (2011). Desenvolvimento sustentável e o protocolo de Quioto: Uma abordagem histórica e aplicabilidade dos mecanismos de desenvolvimento limpo. *Ensaio FEE*, 32(1), 107-136.

<https://hdl.handle.net/10923/22066>

Gil, A. C. (2017). *Como elaborar projetos de pesquisa*. (4. ed). Atlas, São Paulo.

Hauschild, M., Jeswiet, J. & Alting, L. (2005). From life cycle assessment to sustainable production: Status and perspectives. *CIRP Annals-Manufacturing Technology*, 54(2), 1–21. [https://doi.org/10.1016/S0007-8506\(07\)60017-1](https://doi.org/10.1016/S0007-8506(07)60017-1)

International Organization for Standardization. (2015a). ISO 9000:2015: *Quality management systems – Fundamentals and vocabulary*. ISO.

International Organization for Standardization. (2015b). ISO 14001:2015: *Environmental management systems – Requirements with guidance for use*. ISO.

Johnson, E. F. & Gay, A. (1995). A practical, customer-oriented DFE methodology. *Proceedings of the 1995 IEEE International Symposium on Electronics and the Environment ISEE*, 47-50. <https://ieeexplore.ieee.org/document/514949>

Karlsson, R. & Luttrupp, C. (2006). EcoDesign: What's happening? An overview of the subject area of EcoDesign and of the papers in this special issue. *Journal of Cleaner Production*, 14(15-16), 1291–1298. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2005.11.010>

Fernando Rodrigo de Souza, Mônica de Oliveira Pinheiro da Silva, Fabiano Gregolin de Campos Bueno Kneipp, J. M., Gomes, C. M., Bichueti, R. S. & Maccari, E. A. (2012). Gestão para a sustentabilidade em empresas do setor mineral. *Revista de Ciências da Administração*, 14(33) 52-67. <https://doi.org/10.5007/2175-8077.2012v14n33p52>

Masui, K., Sakao, T., Kobayashi, M. & Inaba, A. (2003). Applying quality function deployment to environmentally conscious design. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 20(1), 90-106. <https://doi.org/10.1108/02656710310453836>

Mattar, F. N. (2013). *Pesquisa de marketing: Metodologia, planejamento*. (7. ed). Atlas, São Paulo.

McDonough, W. & Braungart, M. (2002). *Cradle to cradle: Remaking the way we make things*; North Point Press, New York.

Minayo, M. C. S. (2013). *O desafio do conhecimento: Pesquisa qualitativa em saúde*. Hucitec, São Paulo.

Mizuno, S. & Akao, Y. (1993). *Quality function deployment*, Quality Resources.

Pagotto, E. L. (2013). *Greenwashing: Os conflitos éticos da propaganda ambiental*. (Dissertação de mestrado), Universidade de São Paulo.

Pagotto, E. L. (2016). *Greenwashing: Os conflitos éticos da propaganda ambiental*. (Tese de Doutorado), Universidade de São Paulo.

Pigosso, D. C. A. (2012). *Ecodesign maturity model: A framework to support companies in the selection and implementation of ecodesign practices*. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo. <https://doi.org/10.11606/t.18.2012.tde-10082012-105525>

Ramani, K., Ramanujan, D., Bernstein, W. Z., Zhao, F., Sutherland, J., Handwerker, C., Choi, J.-K., Kim, H. & Thurston, D. (2010). Integrated sustainable life cycle design: A review. *Journal of Mechanical Design*, 132 (9), 91-104. <https://doi.org/10.1115/1.4002308>

Rozenfeld, H., Forcellini, F.A., Amaral, D. C., Toledo, J.C., Silva, S. L., Alliprandini, D. H. & Scalice, R. K. (2006). *Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referência para a melhoria do processo*. Saraiva, São Paulo.

Sakao, T. (2007). A QFD-centred design methodology for environmentally conscious product design. *International Journal of Production Research*, 45(18e19), 4143-4162.

Santos-Reyes, D. E. & Lawlor-Wright, T. (2001). A design for the environment methodology to support an environmental management system. *Integrated Manufacturing Systems*, 12(5), 323-332. <https://doi.org/10.1108/EUM0000000005710>

Shillito, M. L. (2001). *Acquiring, processing, and deploying voice of the customer*. Crc Press Llc, Boca Raton.

Singh, S., Olugu, E.U. & Fallahpour, A. (2013). Fuzzy-based sustainable manufacturing assessment model for SMEs. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 16, 847-860. <https://doi.org/10.1007/s10098-013-0676-5>

Trianni, A., Cagno, E., Neri, A. & Howard, M. (2019). Measuring industrial sustainability

Fernando Rodrigo de Souza, Mônica de Oliveira Pinheiro da Silva, Fabiano Gregolin de Campos Bueno
performance: Empirical evidence from Italian and German manufacturing small and medium enterprises. *Journal of Cleaner Production*, 229, 1355-1376.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.076>

Triviños, A. N. S. (1987). *Introdução à pesquisa em ciências sociais: A pesquisa qualitativa em educação*. Atlas, São Paulo.

Vieira, M. M. F. (1996). *A comparative study on quality management in the brazilian and the scottish prison service*. (PhD Dissertation), University of Edimburgh, Scotland.

Yin, R. K. (2018). *Case study research and applications: Design and methods* (6th ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.

Wimmer, W., Lee, K.-M., Quella, F. & Polak, J. (2010). *Ecodesign: The competitive advantage*. Springer.