

Ecodesign tools as support for supplier quality engineering of automotive segment: a bibliographic study

As ferramentas do *ecodesign* como suporte à engenharia da qualidade de fornecedores automotivos: um estudo bibliográfico

Article Info:

Article history: Received 2021-02-15 / Accepted 2021-04-08 / Available online 2021-04-08

doi: 10.18540/jcecv17iss2pp11933-01-10e

Edson da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0003-0652-7244>

Universidade do Estado de Minas Gerais, UEMG, Brazil

E-mail: eds.silv@gmail.com

Mariana Costa Laktim

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3170-4663>

Universidade do Estado de Minas Gerais, UEMG, Brazil

E-mail: marilaktim@gmail.com

Rita de Castro Engler

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5707-2924>

Universidade do Estado de Minas Gerais, UEMG, Brazil

E-mail: rita.engler@gmail.com

Resumo

A integração das questões ambientais ao desenvolvimento de produtos surgiu com o termo *ecodesign*, cujo objetivo é minimizar os impactos ambientais durante o seu ciclo de vida. Mas, a realidade das empresas compradoras do ramo automotivo, tem demonstrado que a Engenharia da Qualidade de Fornecedores (EQF) não aborda o tema durante o desenvolvimento de novos produtos (DNP) com a cadeia de suprimentos. Assim, este artigo apresenta algumas ferramentas de *ecodesign* adequadas para suportar os fornecedores e os profissionais da engenharia da qualidade de fornecedores em suas atividades, bem como cria um referencial que permite uma visão global, por meio de estudos de diversos autores sobre as melhores práticas utilizadas por empresas de classe mundial. Para tanto, foi realizada uma pesquisa bibliográfica que considerou periódicos, artigos científicos e técnicos, revistas técnicas, livros e várias bases de dados, tais como: portal de periódicos da Capes, banco de teses e dissertações. A pesquisa apresentou onze ferramentas para o desenvolvimento de produtos e processos em empresas automotivas, conforme nossa realidade. Concluiu-se que, se devidamente selecionadas e utilizadas no DNP, as ferramentas de *ecodesign* auxiliam na redução de impactos ambientais dos produtos manufaturados pelos fornecedores, contribuindo com a sustentabilidade de toda a cadeia automotiva.

Palavras-chave: *Ecodesign*. Ferramentas do *ecodesign*. Engenharia da Qualidade de Fornecedores.

Abstract

The integration of environmental issues with product development came up with the term *ecodesign*, which aims to minimize environmental impacts during its life cycle. However, reality has shown that the Supplier Quality Engineering (SQE) of the purchasing companies in the automotive industry does not address the issue during the development of new products (DNP) with the supply chain. Thus, this article presents some *ecodesign* tools suitable to support the suppliers and the SQE professionals in their activities, as well as creating a reference that allows a global view, through studies by several authors on the best practices used by world-class companies. To this end, a bibliographic research was carried out, which considered journals, scientific and technical articles, technical journals, books and various databases, such as: Capes' journals portal, theses and

dissertations database. The survey presented eleven tools for the development of products and processes in automotive companies, according to our reality. It was concluded that, if properly selected and used in DNP, ecodesign tools help to reduce the environmental impacts of products manufactured by suppliers, contributing to the sustainability of the entire automotive chain.

Keywords: Ecodesign. Ecodesign tools. Supplier Quality Engineering.

1. Introdução

Face à necessidade de crescimento econômico, bem-estar e conforto, o homem, ao longo dos tempos, tem extraído da natureza todos os recursos possíveis sem se preocupar com as inevitáveis consequências de seus atos (Commission of the European Communities, 2001).

Vezzoli *et al.*, (2018), acrescentam também que, o aumento expressivo da população vem gerando durante as últimas décadas uma série de mudanças no planeta em diversos níveis como, escassez de recursos essenciais como a água, alteração dos ciclos básicos da natureza, mudanças climáticas, ocupação e alteração irregular do solo etc. Tais mudanças levaram à discussão sobre qual seria o futuro do nosso planeta, caso a humanidade continue avançando nessa direção e quais seriam as medidas necessárias a serem adotadas para alterar esse percurso em direção a um modelo de desenvolvimento mais eficaz e duradouro.

Segundo Johansson (2002), a redução dos recursos naturais e a capacidade de recuperação dos ecossistemas, bem como o aumento da geração de resíduos, se tornaram temas preocupantes no cenário mundial a partir dos anos 60. Mas, o surgimento da legislação ambiental ocorreu nas décadas de 70 e 80 em função da conscientização da população quanto a importância da preservação do meio ambiente (Bulchholz, 1998). Com isso as empresas começaram a repensar a formação de seus produtos e processos em função dos impactos ambientais que seus produtos geravam. Ainda na década de 80, algumas indústrias visando reduzir a quantidade de resíduos gerados em seus processos, passaram a adotar técnicas de reutilização, reciclagem, recuperação de materiais, durabilidade e manufaturabilidade (Diehl e Brezet, 2004). Somente a partir do início dos anos 90 a postura preventiva ganhou destaque baseada na conciliação entre ganhos econômicos e ambientais (Guelere Filho, 2009).

Os produtos sustentáveis são a solução para atender as necessidades e demandas sociais com o mínimo de impacto ambiental e aspecto econômico equilibrado ao longo do ciclo de vida (Diehl e Brezet, 2004). Nesse sentido Rozenfeld *et al.*, (2006), define o Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP) como um conjunto de atividades estruturadas sistematicamente pelo qual uma organização transforma informações e dados em características de produto capazes de serem produzidas por meio de um processo de manufatura para atender as necessidades do mercado.

As primeiras fases do PDP permitem as maiores oportunidades para uma adequação ecoeficiente do produto. Na medida em que as características do produto vão sendo definidas, conseqüentemente perde-se em potencial de melhorias ambientais. As fases subsequentes não possibilitam grandes mudanças de projeto devido às decisões que já foram tomadas no desenvolvimento, com isso a ecoeficiência fica restrita às fases de produção, distribuição, utilização e descarte (Johansson, 2002).

Diante desse ponto de vista é muito mais eficaz agir preventivamente no projeto, do que buscar soluções de recuperação ou paliativas, para os danos já causados (soluções *end-of-pipe*). Em termos de projeto é muito mais interessante, o ecoeficiente, intervir diretamente no produto em questão, do que projetar e produzir (*a posteriori*) soluções e produtos com o propósito de gerir os impactos ambientais (Manzini e Vezzoli, 2008).

O *ecodesign* é uma abordagem de gestão ambiental proativa que tem como objetivo integrar as questões ambientais ao PDP de forma a desenvolver produtos que tenham melhor desempenho ambiental ao longo de todo o seu ciclo de vida sem comprometer outros critérios essenciais como qualidade, custo, funcionalidade e estética (Johansson, 2002).

As diferentes abordagens do *design* com preocupações ambientais levaram ao desenvolvimento de ferramentas orientadas para um determinado aspecto ou fase do ciclo de vida,

mas também ao desenvolvimento de ferramentas mais abrangentes, que abordam todo o ciclo de vida. Elas podem ser divididas em dois tipos 1) quantitativas – aquelas que requerem grandes quantidades de informação e tempo para a sua utilização e: 2) qualitativas – aquelas que requerem menos informação e tempo, permitindo uma aplicação mais fácil (Vieira *et al.*, 2013).

Considerando o segmento automobilístico, o IMDS (*International Material Data System*) foi criado com a finalidade de forçar o desenvolvimento de veículos potencialmente recicláveis e principalmente restringindo o uso dos metais pesados, como o chumbo, mercúrio, cádmio e cromo hexavalente. O sistema ainda engloba outras restrições locais que proíbem o uso de diversas substâncias. Com isso toda a cadeia de fornecimento de uma montadora deve cadastrar a composição dos materiais fornecidos para seu cliente (Souza, 2010).

Os requisitos para a adoção de um modelo de gestão da qualidade e do desenvolvimento do produto e do processo abrangem não apenas uma montadora de automóveis com seus fornecedores diretos, mas se estendem à toda a cadeia de suprimentos, isto é, cada fornecedor gerencia e avalia o nível de aderência de seus fornecedores a seus requisitos e diretrizes contratuais. A competência para o suporte e acompanhamento dessa implementação em toda a cadeia de suprimentos, cabe à Engenharia da Qualidade de Fornecedores (EQF). O profissional dessa área tem a missão de gerenciar a qualidade dos produtos fornecidos, mantendo e ou melhorando sua qualidade, além de promover o desenvolvimento de produtos e de processos em caso de um novo projeto (Silva, 2019).

A realidade tem mostrado que a Engenharia da Qualidade de Fornecedores (EQF) não aborda o tema *ecodesign* no desenvolvimento do produto e do processo na cadeia de suprimentos. Em se tratando de meio ambiente, o que se nota é uma abordagem superficial quanto à adequação do fornecedor à norma NBR ISO 14001, que visa garantir o equilíbrio e proteção ambiental da empresa (Silva, 2020).

O *ecodesign* pode ser entendido como a designação europeia equivalente ao *Design-for-the-Environment* (DfE) dos EUA, que significa reduzir o impacto ambiental de produtos e serviços durante todo o seu ciclo de vida. Segundo a visão de *ecodesign* apresentada pela União Europeia em 2008, este consiste em melhorar o desempenho ambiental dos produtos através do seu ciclo de vida (produção, uso e fim de vida) pela integração sistemática dos aspectos ambientais numa fase inicial do *ecodesign* do produto (Vieira *et al.*, 2013).

Definições semelhantes são propostas por vários autores. Para Manzini e Vezzoli (2008), o *ecodesign* é um modelo “projetual” (*design*), orientado por critérios ecológicos, isto é, o termo sintetiza um vasto conjunto de atividades projetuais que tendem a enfrentar os termos postos pela gestão ambiental. Segundo Karlsson e Luttrupp (2006), o *ecodesign* visa combinar objetivos de *design* orientados a negócios e considerações ambientais, considerando a redução de cargas ambientais ao mesmo tempo em que aumenta a ecoeficiência dos produtos. Portanto, o conceito reflete uma tendência mundial que integra as áreas da arquitetura, engenharia e *design*, com o intuito de desenvolver produtos, sistemas e serviços que reduzam a utilização dos recursos não-renováveis e minimizem o seu impacto ambiental (Vieira *et al.*, 2013).

Uma ferramenta de *ecodesign* é qualquer meio sistemático utilizado para lidar com aspectos ambientais durante o processo de desenvolvimento de produtos (Baumann *et al.*, 2002). A maioria das ferramentas de *ecodesign* concentra-se na fase de *design* que começa a partir do caderno de especificações. No entanto, os principais parâmetros sobre propriedades e funções são definidos em fase precedente ao *design* (Karlsson e Luttrupp, 2006).

Como exemplos de ferramentas de *ecodesign* podem ser citados: métodos, metodologia, guia, lista de verificação, manuais, estratégia, diretrizes, softwares, instrumentos de avaliação e regras. De modo amplo, qualquer abordagem acima é considerada uma ferramenta de *ecodesign* quando seu objetivo é a redução do impacto ambiental causado por produtos durante seu ciclo de vida (Silva, 2020).

Dentre os problemas ambientais conhecidos, talvez o aquecimento global esteja entre os mais comentados informalmente pela população. Segundo Sampaio *et al.*, (2018, p. 48) isso se refere ao desequilíbrio de um fenômeno natural ao planeta Terra: o efeito-estufa, que é a capacidade do

planeta regular sua própria temperatura por meio da absorção da radiação infravermelha (responsável pela sensação de calor) por alguns gases presentes na atmosfera.

Para Sampaio *et al.* (2018), as principais causas do aquecimento global são bem conhecidas, dentre as quais destacam-se a queima dos combustíveis fósseis, o desmatamento e superpopulação. A Conferência do Clima em Paris (COP21 – *Conference Of the Parties*) teve como um de seus resultados o acordo global para limitar as emissões de gases do efeito estufa, buscando a redução das mudanças climáticas (Sampaio *et al.*, 2018).

Especificamente a indústria automotiva tem grande influência em relação à emissão de gases de efeito estufa. No entanto, evidencia-se nas duas últimas décadas um grande movimento focado na busca por soluções para a redução na emissão de gases de efeito estufa, redução no peso de materiais, desperdícios no processo produtivo, além da reciclagem de materiais produtivos e improdutivos (Li e Veshagh, 2006). Atualmente, podemos citar como exemplo as práticas de sustentabilidade adotadas nos processos produtivos, tecnologia de ponta para reduzir o consumo e desperdício de água, redução da emissão de poluentes e eletrificação de veículos. Tais esforços visam estimular a transição para uma economia circular focada em maximizar o valor e uso de materiais, produtos e resíduos, além de escolhas de *design* que maximizam a recuperação e reciclagem para veículos em fim de vida (Silva, 2020, p.29; Sustainability Report FCA, 2020; Sustainable Value Report BMW, 2020).

Para Monczka *et al.* (2009, p.274), a qualidade do fornecedor representa a capacidade de atender ou exceder as expectativas atuais ou futuras do cliente (ou seja, o comprador e, eventualmente, o cliente final) ou as exigências dentro de áreas críticas de desempenho de forma consistente. Para os autores existem três partes principais para esta definição: 1) capacidade de atender ou exceder; 2) expectativas ou requisitos atuais e futuros do cliente 3) atuar dentro de áreas de desempenho críticas em uma base consistente.

Teli (2012), acrescenta que a qualidade do fornecedor desempenha um papel crítico, com grande influência no desempenho geral de fabricação. Nesse cenário, torna-se importante implementar medidas simplificadas de gerenciamento de qualidade do fornecedor. Algumas das medidas empregadas pelos principais fabricantes mundiais incluem: inspeções nas instalações do Fornecedor; ações corretivas otimizadas; ressarcimento financeiro; *scorecards* de fornecedores; 5) auditorias da qualidade em fornecedores.

Silva (2019, p.147) enfatiza que, para o acompanhamento eficiente do desempenho de fornecedores na produção em série pela EQF; se faz necessário coletar e analisar os dados gerados pela organização e avaliar as tendências, para que assim, decisões assertivas sejam tomadas visando manter, melhorar ou resgatar a normalidade de abastecimento.

Diante do exposto, esta pesquisa busca ampliar o saber relativo às áreas de conhecimento em gestão da qualidade de fornecedores, desenvolvimento do produto e do processo e estratégias de *ecodesign* em empresas do segmento automotivo nacional. Isso permitirá uma melhor adequação para a realidade, que demanda principalmente produtos ecoeficientes.

Dessa forma, caso uma empresa compradora integre o *ecodesign* na estrutura das atividades da Engenharia da Qualidade de Fornecedores, poder-se-ia assegurar que as diretrizes e requisitos ambientais da área de Compras serão amplamente atendidas de forma sistemática por toda a cadeia de fornecimento.

2. Metodologia de pesquisa

Em relação ao escopo deste estudo, o trabalho foi enquadrado como teórico-conceitual. Berto e Nakano (1999) citam que o desenvolvimento teórico-conceitual envolve discussões conceituais a partir da literatura, revisões bibliográficas e modelagens conceituais.

Esta metodologia de pesquisa foi realizada para reunir e avaliar os estudos disponíveis por meio de uma sequência de três fases: (1) a formulação do problema, (2) a construção de um banco de dados e análise crítica, (3) e proposta de solução.

Considerando a segunda fase, tem-se o mapeamento e classificação da literatura sobre os conceitos de *ecodesign*, ferramentas de *ecodesign*, desenvolvimento do produto e do processo, engenharia da qualidade de fornecedores e sustentabilidade dimensão – ambiental. O objetivo foi a identificação trabalhos relevantes, o estado da arte sobre o tema do artigo e a aquisição de embasamento teórico para sustentar as proposições do pesquisador.

A busca literária por periódicos foi iniciada com os seguintes termos (sem refinamento por área de conhecimento): *Ecodesign*, Ferramentas do *ecodesign*, Engenharia da Qualidade de Fornecedores, Indústria automotiva e Sustentabilidade.

Realizou-se uma extensa pesquisa bibliográfica que considerou periódicos, artigos científicos e técnicos, revistas técnicas, livros e as seguintes base de dados: Portal de periódicos da Capes, Banco de Teses e Dissertações (PPGD/UEMG, USP, UFSC, PUC, UFRJ, UFF, UFMG), biblioteca da UEMG/ED - BH e UFMG, Google Acadêmico, Enegep, Simpep, Scielo, Science Direct, *Journal of Cleaner Production*, *International Design Engineering Technical Conferences*, *Journal of Basic and Applied Scientific Research*, *Journal of Mechanical Engineering Design*, NUMA Desenvolvimento de Produtos, *New Product Dynamics*, *Product Development Institut*, *NPD Solutions*, PDP Net e buscadores na Internet.

O recorte temporal dessa primeira etapa nos trabalhos publicados foi no período de 2002 a 2020. Foram encontradas 3.480.000 publicações para o termo “*Ecodesign*”, 72.600 publicações para o termo “Ferramentas do *Ecodesign*”, 19.500.000 publicações para o termo “Engenharia da Qualidade de Fornecedores” e 1.060.000 publicações para o termo “Indústria Automotiva a Sustentabilidade”. Em seguida, foram realizadas novas buscas combinando esses termos no banco de dados para se ter um refinamento das publicações quanto ao tema abordado. Com esse refinamento, foram identificadas 2.180 publicações para “*Ecodesign*”, 2.650 publicações para “Ferramentas de *Ecodesign*”, 118.000 publicações para “EQF” e 9.790 publicações para “Industria Automotiva e Sustentabilidade”. Ao retirar as publicações não disponíveis com acesso livre, publicações referentes a patentes, duplicadas e as publicações que pela leitura não estavam relacionadas ao tema analisado, resultaram 108 publicações para análise e classificação. Para a análise dos dados, foram considerados os artigos em periódicos, trabalhos de congressos, revistas eletrônicas, livros e simpósios. Na fase de mapeamento e seleção de métodos e ferramentas de *ecodesign* foi possível organizar e agrupar os dados sobre o escopo das publicações por tipo (afinidades), visando analisar: (i) os conceitos de *Ecodesign*, Ferramentas de *ecodesign*, EQF, Industria automotiva e sustentabilidade; (ii) os benefícios da adoção do *ecodesign* e suas ferramentas; e (iii) as áreas de aplicação desses conceitos. Desta maneira, foi possível identificar os trabalhos de cunho teórico e empírico, as abordagens metodológicas mais utilizadas, quais as principais técnicas utilizadas e, por fim, qual o período analisado nesses trabalhos.

Para analisar as publicações empregou-se a definição proposta por Baumann *et al.*, (2002) sobre o conceito de métodos e ferramentas de *ecodesign* como sendo “todos os meios estruturados para lidar com aspectos ambientais durante o desenvolvimento do produto e do processo”. Em seguida, analisou-se as classificações e os diferentes tipos de métodos e ferramentas de *ecodesign* disponíveis na literatura para ter uma melhor visão sobre essas ferramentas. Diante disso, os trabalhos foram analisados por meio da leitura e interpretação das publicações, utilizando como critério de seleção, aquelas publicações que apresentam detalhes de aplicação automotiva e citam aspectos ambientais com o objetivo de minimizar o impacto ambiental no desenvolvimento do produto e do processo e na produção corrente. Assim, nessa etapa foi possível compreender como essas ferramentas são aplicadas e por fim selecionar onze métodos e ferramentas de *ecodesign* aplicáveis ao engenheiro da qualidade de fornecedores em suas atividades ao avaliar a cadeia de fornecimento.

A Fig. 1 apresenta as etapas da pesquisa, a qual foi realizada no período de agosto a outubro de 2020.

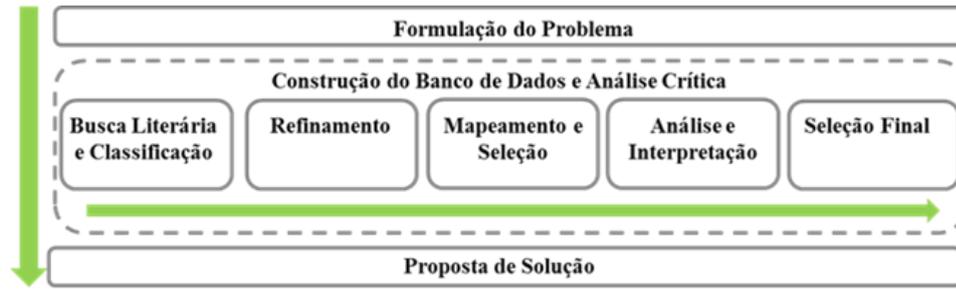


Figura 1 - Síntese das etapas da pesquisa.

3. Resultados

Existem várias ferramentas e métodos de *ecodesign* que se propõe a minimizar os impactos ambientais em qualquer segmento industrial. Onze exemplos de ferramentas e métodos de *ecodesign* que podem ser aplicados com sucesso a fim de obter mais produtos sustentáveis e orientadas para auxiliar o engenheiro da qualidade de fornecedores são apresentados na Tab.1.

Destaca-se que, a utilização adequada dessas ferramentas suporta a organização na identificação, avaliação e mitigação de impactos ambientais que podem ser gerados no processo produtivo da empresa fornecedora e, conseqüentemente no produto fornecido para a empresa compradora.

Tabela 1 – Síntese das onze ferramentas do *ecodesign* para a EQF.

Ferramenta De <i>Ecodesign</i>	Descrição
<i>LIFE CYCLE ASSESSMENT (LCA)</i>	A Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) é a principal ferramenta quantitativa, consistindo de diversos softwares integrados, suportados em bases de dados de materiais e processos de produção. A ACV é uma ferramenta que permite avaliar os aspectos ambientais e os impactos associados a um produto, desde a extração da matéria-prima para a sua realização até a sua disposição final (do berço ao túmulo) (Vieira <i>et al.</i> , 2013).
<i>MATRIX MET</i>	A finalidade desta ferramenta é encontrar os problemas ambientais mais importantes durante o ciclo de vida de um produto, que podem ser usados para definir estratégias diferentes de melhoria. Os problemas ambientais são ser classificados nas seguintes categorias: M – Materiais; E – Energia e T – Tóxicas (Brezet e Van Hemel, 1997).
<i>DfE MATRIX</i>	O objetivo é introduzir requisitos ambientais, de saúde e segurança (EHS) no processo de desenvolvimento de produtos. Trata-se de uma matriz cinco por cinco, na qual tem-se os estágios do ciclo de vida no eixo vertical e as categorias de EHS eixo horizontal. Considerando as necessidades do cliente, a equipe estabelecerá os principais problemas de EHS como prioridade, registrando-os no elemento apropriado dentro da matriz DFE. Os elementos que têm uma classificação negativa devem ser melhorados (Bovea e Pérez-Belis, 2012).
<i>ECODESIGN CHECKLIST METHOD (ECM)</i>	Esta ferramenta combina listas de verificação com informações semi-quantitativas. Uma lista de verificação é aplicada em três níveis diferentes: partes, produto e função. Uma avaliação semi-quantitativa é então aplicada para descobrir se cada nível está cumprindo os requisitos de <i>ecodesign</i> previamente estabelecidos: (1.0 "requisito é cumprido" para 4.0 "requisito é

<i>ECOINDICATOR 99</i>	<p>não cumprido”). Desta forma, os pontos fracos são identificados em todos os três níveis e as tarefas são redefinidas, a fim de aumentar o desempenho ambiental do produto (Wimmer, 1999).</p> <p>O indicador ecológico 99 é um método de avaliação do impacto ambiental do ciclo de vida. O método oferece uma forma de medir vários impactos ambientais e apresentar uma pontuação única. Quanto maior for o número, maior será o impacto ambiental. Para a obtenção do indicador ecológico, faz-se necessário seguir os seguintes passos: 1) estabelecer o objetivo de cálculo; 2) definir o ciclo de vida do produto; 3) quantificar materiais e processo; 4) preencher o formulário e interpretar os resultados (Kulkarni, 2010).</p>
<i>METHOD FOR SUSTAINABLE PRODUCT DEVELOPMENT (MSPD)</i>	<p>O objetivo do MSPD é integrar os aspectos sociais e ecológicos da sustentabilidade com uma perspectiva estratégica de negócios no desenvolvimento de produtos. O método aplica <i>backcasting</i> de princípios básicos para sustentabilidade, que permite uma abordagem estratégica, e inclui um sistema modular de questões orientadoras que são derivadas considerando estes princípios e o ciclo de vida do produto (Hallstedt <i>et al.</i> 2008).</p>
<i>QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT FOR ENVIRONMENT (QFDE)</i>	<p>Esta metodologia foi desenvolvida através da incorporação de aspectos ambientais em QFD para lidar com os requisitos ambientais e tradicionais de qualidade do produto simultaneamente. O "QFD for Environment (QFDE)" consiste de quatro fases. O <i>Designer</i> deve identificar quais são as partes mais importantes para melhorar consciência ambiental de seus produtos executando QFDE fase I e fase II. As fases III e IV permitem avaliar os efeitos do design quanto a melhoria nos requisitos de qualidade ambiental. Com isso, o QFDE pode ser aplicável na fase inicial de design de produto montado (Masui <i>et al.</i>,2003).</p>
<i>LiDS – Wheel</i>	<p>A ferramenta oferece uma visão geral do potencial de melhorias ambientais de um produto para o <i>Designer</i>. Oito estratégias ambientais de melhoria são utilizadas nessa ferramenta: seleção de materiais com baixo impacto ambiental, redução do uso de materiais, otimização das técnicas de produção, otimização dos sistemas de distribuição, redução do impacto durante a utilização, otimização da vida útil, otimização do sistema de gestão do fim de vida do produto e um novo conceito de desenvolvimento (Byggeth e Hoschhorner, 2006).</p>
<i>ABC ANALYSIS</i>	<p>Essa ferramenta pode ser usada para avaliação dos impactos ambientais de um produto. O produto é avaliado em onze critérios diferentes e classificado da seguinte forma: A= problemático (requer ações); B= média (deve ser observado e melhorado); C= sem perigo (nenhuma ação é requerida) (Byggeth e Hoschhorner, 2006).</p>
<i>ENVIRONMENTAL EFFECT ANALYSIS (EEA)</i>	<p>Identifica-se os impactos ambientais em todas as fases do ciclo de vida de um produto por meio da avaliação de todas as atividades do ciclo de vida do produto que possam ter influência ambiental significativa. São propostos meios de</p>

ENVIRONMENTAL AUDIT

reduzir os impactos ambientais do produto e, se aceitas poderá ser utilizada no D-FMEA (Lindahl, 2001).

Trata-se de um instrumento usado por empresas para auxiliá-las a controlar o atendimento a políticas, práticas, procedimentos e/ou requisitos estipulados com o objetivo de evitar a degradação ambiental. É considerada ferramenta básica para a obtenção de maior controle e segurança do desempenho ambiental de uma empresa, bem como para evitar acidentes (La Rovere, 2011).

4. Discussões

As várias ferramentas de *ecodesign* e meios de evitar a degradação ambiental, bem como avaliar o desempenho ambiental foram desenvolvidas para tornar a sua integração ao processo de *design* do produto e do processo mais fácil. Essas ferramentas e meios variam amplamente em sua complexidade, qualidade e tempo necessário de aplicação.

Observou-se no estudo que nenhuma técnica foi elaborada considerando qual seria mais adequada para o tipo de aplicação. Por outro lado, a implementação dessas técnicas é normalmente vista pela indústria como algo positivo que aumenta a eficiência do desenvolvimento do produto e do processo, além de sustentar uma cultura de responsabilidade ambiental (Silva, 2014).

Os fatores que levam a indústria a adotar atividades de *ecodesign* foram estudadas por vários autores (Byggeth e Hoschhorner, 2006; Hallstedt, 2008; Brezet e Van Hemel, 1997; Vieira *et al.*, 2013; Johansson 2002; Vezzoli *et al.*, 2008), entre outros.

Apesar da grande variedade de ferramentas desenvolvidas para integrar o aspecto ambiental ao processo de *design*, a sua implementação é escassa e os estudos de casos são muitas vezes, exemplos teóricos. Dessa forma, aplicar as ferramentas do *ecodesign* na indústria automotiva torna-se um grande desafio, haja vista que a norma NBR ISO 14006, não é mandatória nos requisitos das montadoras de automóveis.

5. Conclusão

A preservação do meio ambiente e a redução do impacto ambiental de produtos comercializados e seus processos produtivos tem se tornado pauta constante nas reuniões estratégicas de pequenas, médias e grandes empresas do segmento automotivo nacional nos últimos tempos. A maior motivação nesse sentido é a conscientização da sociedade quanto a importância de preservação dos recursos naturais, a imposição de requisitos mais exigentes por parte dos clientes e a necessidade de sobrevivência das empresas.

A fim de contribuir para a redução do impacto ambiental neste segmento, este artigo identificou e apresentou estudos de vários autores sobre algumas ferramentas do *ecodesign*, importantes no desenvolvimento do produto e do processo no segmento automotivo que, inclusive servirá como referencial teórico para futuras pesquisas devido à escassez de trabalhos científicos sobre as atividades da EQF utilizando o *ecodesign*.

O resultado deste trabalho pode contribuir para a seleção de ferramentas mais adequadas para o desenvolvimento de produtos e de processos de cada empresa.

Cabe ressaltar que a integração do *ecodesign* nas atividades da Engenharia da Qualidade de Fornecedores deverá ser encarada como um projeto a ser gerenciado. É natural, como todo novo processo, que inicialmente encontre resistências à sua aplicação por parte dos usuários, sendo importante o apoio da alta direção, treinamentos e exposição dos benefícios para os funcionários, acionistas e a sociedade.

Referências

- Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR ISO 14001(2015): Sistemas de gestão ambiental: especificação e diretrizes para uso. Rio de Janeiro: ABNT.
- _____. ISO/TR 14006: Gestão ambiental: Integração de aspectos ambientais no projeto e desenvolvimento do produto (2011). Rio de Janeiro: ABNT.
- Bakshi, B.R.; Fiksel, J. (2003). The quest for sustainability: Challenges for process systems engineering. *Aiche journal*, v. 49, n. 6, p. 1350-1358.
- Baumann, H.; Boons, F.& Bragd, A. (2002). Mapping the green product development field: engineering, policy and business perspectives. *Journal of Cleaner Production*, v. 10, n. 5, p. 409-425.
- Berto, R. M. Villares et al. (1999). A produção científica nos anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção: um levantamento de métodos e tipos de pesquisa. *Production*, v. 9, n. 2, p. 65-75.
- Bovea, M.D.; Pérez-Belis, V. (2012). A taxonomy of ecodesign tools for integrating environmental requirements into the product design process. *Journal of Cleaner Production*, v. 20, n. 1, p. 61-71.
- Brezet H., Van Hemel, C. (1997). *Ecodesign. A promising approach to sustainable production and consumption*. France: United Nations Environmental Programme (UNEP).
- Byggeth, S.; Hochschorner, E. (2006). Handling trade-offs in ecodesign tools for sustainable product development and procurement. *Journal of cleaner production*, v. 14, n. 15-16, p. 1420-1430.
- Bulchholz, R.A. (1998). *Principles environmental management: the greening of business*. 2nded. New Jersey: Prentice-Hall.
- Commission of the European Communities. *Green Paper on Integrated Product Policy*. (2001). Brussels.
- Diehl, J.C.; Brezet, H. *Design for Sustainability: an approach for international development, transference and local implementation*. In: *International Conference Environmental Management for Sustainable Universities*. (2004). Monterrey: Tecnológico de Monterrey. p.1-10.
- Guelere Filho, A. *Integração do ecodesign ao modelo unificado para a gestão do processo de desenvolvimento de produtos: estudo de caso em uma grande empresa de linha branca*. 2009. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, p.285.
- Hallstedt, S. A. (2002). *Foundation for Sustainable Product Development*. Doctoral Dissertation: Department of Mechanical Engineering Blekinge Institute of Technology: School of Engineering, Sweden, 2008.
- Johansson, G. (2002). *Success factors for integration of ecodesign in product development*. *Environmental management and health*.
- Karlsson, R.; Luttrupp, C. *EcoDesign: what's happening? An overview of the subject area of EcoDesign and of the papers in this special issue* (2006). *Journal of cleaner production*, v. 14, n. 15-16, p. 1291-1298.
- Kulkarni, Y. (2010). *A Survey of “Design for Environment” methodologies and Tools*. Research Gate.
- La Rovere, E. L. (Coord.). (2011). *Manual de auditoria ambiental*. 3. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark.
- Li, W.; Veshagh, A. (2006). *Survey of eco design and manufacturing in automotive SMEs*. *Mechkuleuvenbe*, p. 305-310, 2006.
- Lindahl, M. (2001) *Environmental effect analysis-how does the method stand in relation to lessons learned from the use of other design for environment methods*. In: *Proceedings Second International Symposium on Environmentally Conscious Design and Inverse Manufacturing*.

- IEEE. p. 864-869.
- Manzini, E., Vezzoli, C. (2008). O desenvolvimento de produtos sustentáveis: os requisitos ambientais dos produtos industriais. São Paulo: Edusp.
- Masui, K.; Sakao, T.; Inaba, A. (2003). Development of a DfE Methodology in Japan-Quality Function Deployment for Environment.
- Monczka, R. M., Robert, B. H., Larry, C. G. & James, L. P. (2009). Purchasing and Supply Chain Management. Fourth Edition. Southwestern Cengage Learning.
- Rozenfeld, H.; et al. (2006). Gestão do Desenvolvimento de Produtos. Uma referência para a melhoria do processo. São Paulo: Saraiva.
- Sampaio, P. C. et al. (2018). Design para Sustentabilidade: Dimensão Ambiental. Curitiba: Insight Editora.
- Silva, E. (2019). Qualidade na Veia: a arte de praticar a qualidade na gestão do dia-a-dia. Juiz de Fora, MG. Editora Garcia.
- _____. (2020). A integração de práticas do ecodesign nas atividades da engenharia da qualidade de fornecedores durante o desenvolvimento do produto e do processo: uma proposta de gestão para as empresas compradoras do segmento automotivo. 2020. Tese (Doutorado) – Escola de Design de Belo Horizonte, Universidade do Estado de Minas Gerais, Belo Horizonte, p.383.
- Souza, J. (2010). Os caminhos da Sustentabilidade: a construção de um modelo sustentável de negócios. Revista Mundo Fiat, Belo Horizonte, n.105.
- Sustainable Value Report 2019. Annual Report. Munich: BMW, V.01. March, 2020.
- Teli, S. N. et al. (2012). Knowledge based Supplier Quality Management System for Automobile Industry. Int. J. of Engg. Innovation and Research, v. 1, n. 4, p. 327-321.
- The Sustainability Report. Annual General Meeting. Amsterdam: FCA, V.01. April, 2020.
- Vezzoli, C.; et al. (2018). Sistema Produto + Serviço Sustentável: fundamentos. Curitiba, PR, Insight Editora.
- Vieira, C.; Alves, J. & Roque, M. (2013). Manual Prático de EcoDesign. AEP-Associação Empresarial de Portugal.
- Wimmer, W. (1999). The Ecodesign checklist method: a redesign tool for environmental product improvements. In: Proceedings first international symposium on environmentally conscious design and inverse manufacturing. IEEE. p. 685-688.