



QFD SUSTENTÁVEL: UMA REVISÃO BIBLIOMÉTRICA E SISTEMÁTICA DA LITERATURA

SUSTAINABLE QFD: A BIBLIOMETRIC AND SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW

Recebido em: 15 jun. 2020

Aprovado em: 16 ago. 2020

Versão do autor aceita publicada online: 26 ago. 2020

Publicado online: 04 jun. 2021

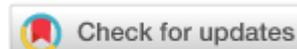
Como citar esse artigo - American Psychological Association (APA):

Silva, H. M. M., & Vanalle, R. M. (2022, abr./jun.). QFD sustentável: uma revisão bibliométrica e sistemática da literatura. *Exacta*. 20(2), 271-306. <https://doi.org/10.5585/exactaep.2021.17436>.

Submeta seu artigo para este periódico 



Dados Crossmark



QFD SUSTENTÁVEL: UMA REVISÃO BIBLIOMÉTRICA E SISTEMÁTICA DA LITERATURA

SUSTAINABLE QFD: A BIBLIOMETRIC AND SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW

 Henrique Monte Mor Silva¹
 Rosangela Maria Vanalle²

Resumo: A presente pesquisa teve como objetivo realizar uma revisão bibliométrica e sistemática da literatura para investigar o que se tem feito em relação ao QFD, quanto aos aspectos da sustentabilidade, no intuito de identificar lacunas na literatura e propor sugestões para pesquisas futuras. Os principais aspectos bibliométricos levantados revelaram que os autores mais relevantes no tema, quanto à quantidade de publicações e relações com outros autores, são Vinodh e Yazdani. O método de pesquisa mais utilizado foi o estudo de caso e o país que mais tem publicado sobre o tema é a Índia. A revisão sistemática revelou que mais de 50% dos trabalhos publicados já consideram os três aspectos da sustentabilidade (econômico, ambiental e social) e pouco mais de 40% não consideram o aspecto social, mas existe uma tendência nos estudos de incorporar o aspecto social. Revelou também que a maior parte dos estudos que propõem o QFD considerando os aspectos sustentáveis o utilizam em seu formato convencional, mas é expressivo o número de trabalhos que integram outras ferramentas ao QFD fazendo menção a um melhor resultado. Dessas, as ferramentas mais frequentemente utilizadas são o LCA, o ANP e o AHP. No entanto, ficou evidente a falta de consenso em relação ao melhor método de tantos propostos, dependendo do foco e do segmento da aplicação. Quanto ao método, há carência de pesquisas sobre o tema que utilizam métodos diferentes do estudo de caso. Além disso, há segmentos e focos em que o QFD ainda é pouco explorado.

Palavras-chave: Desdobramento da função qualidade. QFD. Sustentabilidade. QFD sustentável.

Abstract: This research aimed to carry out a bibliometric and systematic literature review to investigate what has been done in relation to the QFD, regarding the sustainability aspects, in order to identify gaps in the literature and propose suggestions for future research. The main raised bibliometric aspects revealed that the most relevant authors on the subject, regarding the amount of publications and relationships with other authors, are Vinodh and Yazdani. The most used research method was the case study and the country that has published the most on the subject is India. The systematic review revealed that more than 50% of published articles already consider the three aspects of sustainability (economic, environmental and social) and just over 40% do not consider the social aspect, but there is a tendency in studies to incorporate the social aspect. It also revealed that most of the studies that propose the QFD considering sustainable aspects use it in its conventional format, but the number of studies that integrate other tools to the QFD is expressive, mentioning a better result. Of these, the most frequently used tools are the LCA, the ANP and the AHP. However, it was evident the lack of consensus regarding the best method of so many proposals, depending on the focus and the application segment. As for the method, there is a lack of research on the topic that uses methods different from the case study. In addition, there are segments and focuses in which the QFD is still little explored.

Keywords: Quality function deployment. QFD. Sustainability. sustainable QFD.

¹ Doutor em Engenharia de Produção
Universidade Nove de Julho – UNINOVE
São Paulo, SP – Brasil
hmontemor@gmail.com

² Pós-Doutora em Gerência da Produção
Universidad Complutense de Madri – UCM
Professora no Programa de Pós-Graduação em
Engenharia de Produção da Universidade Nove de
Julho - UNINOVE
São Paulo, SP – Brasil
rvanalle@uni9.pro.br

Recebido em: 15 jun. 2020

Aprovado em: 16 ago. 2020

1 Introdução

O QFD (Quality function deployment), conhecido no Brasil como Desdobramento da função qualidade, é uma abordagem técnica que tem por objetivo traduzir as necessidades dos clientes em especificações técnicas do produto, processo ou serviço (Chan & Wu, 2002).

Tem sido aplicado com sucesso em muitas organizações e, recentemente, diversos estudos têm sido feitos no intuito de aproveitá-lo e expandir sua utilização nos diversos segmentos do mercado.

Nesse sentido, com o advento da sustentabilidade, tema considerado em grande parte das atuais publicações na área da Engenharia de Produção, dentre outras, estudos têm sido feitos na tentativa de contemplar aspectos sustentáveis na aplicação do QFD. No entanto, conforme será demonstrado, muitas questões existem a esse respeito.

Dessa forma, o presente estudo tem como objetivo, por meio de uma revisão bibliométrica e sistemática da literatura, investigar o que se tem feito em relação ao QFD quanto aos aspectos da sustentabilidade, no intuito de identificar tendências e lacunas na literatura e propor sugestões para pesquisas futuras.

O presente trabalho está dividido da seguinte forma: no primeiro capítulo, uma breve introdução; no segundo capítulo são apresentados os fundamentos teóricos com base nos quais a pesquisa foi conduzida; no terceiro capítulo, os métodos e os procedimentos de pesquisa; no quarto capítulo são apresentados os resultados da revisão bibliométrica e sistemática; finalmente, no quinto capítulo são apresentadas as conclusões e, na sequência, as referências bibliográficas.

2 Fundamentação teórica

O QFD foi introduzido pela primeira vez por Akao em 1972 no estaleiro Kobe da Mitsubishi e, depois, a Toyota e seus fornecedores o melhoraram. Foi definido por seu criador, Akao, como um método para desenvolver uma qualidade de projeto que visa satisfazer o cliente e, em seguida, traduzir as demandas do cliente em metas de projeto e nos principais pontos de garantia de qualidade a serem considerados durante toda a fase de produção.

Tornou-se cada vez mais popular no mundo ocidental na década de 1980. Depois que o conceito de QFD foi introduzido nos EUA, por meio de fabricantes de automóveis e fornecedores de peças, muitas empresas americanas, como Procter & Gamble, Raychem, Digital Equipment, Hewlett-Packard, AT&T, GM e Ford, aplicaram o QFD para melhorar a comunicação, o desenvolvimento de produtos e a medição de processos e sistemas (Halog, Schultmann, & Rentz, 2001).

Num outro âmbito, nos últimos anos, o interesse pela preservação do meio ambiente está aumentando e emergindo como alvos reais dos negócios (Feretti et al., 2007). Como resultado, muitos



países começaram a aplicar leis e regulamentos ambientais para controlar o uso de produtos, processos e resíduos que podem ser prejudiciais ao meio ambiente (Lee et al., 2009).

Nesse ponto, sustentabilidade, geralmente definida como "usar recursos para atender às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atender às suas" (Linton, Klassen, & Jayaraman, 2007), está adquirindo importância para a sociedade e para a indústria, de modo que os tópicos ambientais desempenham um papel muito importante, tornando-se um ponto central das políticas de gestão estratégica e operacional (Feretti et al., 2007).

Existe uma grande consciência da sustentabilidade e da responsabilidade ambiental na academia e nos negócios. Algumas das principais empresas globais (Exxon Mobil, General Electric, Royal Dutch / Shell, Daimler Chrysler, Toyota Motor, Hitachi, Sony etc.), por exemplo, colocam títulos como "Sustainability and Environment (Sustentabilidade e meio ambiente)", "Environment Initiatives (Iniciativas ambientais)", "Environmental Activities (Atividades ambientais)" ou "Environmental Leadership (Liderança ambiental)" nas primeiras páginas de seus sites e, nos últimos anos, nota-se um grande interesse por artigos que abordam questões relacionadas à sustentabilidade (Brito & Van Der Laan, 2010).

Nesse sentido, além das abordagens clássicas de QFD, já há estudos que combinam o QFD à sustentabilidade. No início, essa combinação se deu em relação a cada uma das três dimensões da sustentabilidade (ambiental, econômica e social) separadamente. Porém, mais recentemente, observam-se estudos em que a sustentabilidade é examinada como um todo no QFD.

Além disso, há muitos trabalhos em que os autores, ao considerar os aspectos da sustentabilidade no QFD, integraram a ele outras ferramentas.

Dai e Blackhurst (2012), por exemplo, propõem uma abordagem analítica integrada, combinando o AHP com o QFD, considerando a 'voz' dos stakeholders (partes interessadas) da empresa no processo, compreendendo quatro fases hierárquicas: vincular os requisitos do cliente à estratégia de sustentabilidade da empresa, determinar a prioridade competitiva da compra sustentável, desenvolver critérios de avaliação de fornecedores sustentáveis e, finalmente, avaliar os fornecedores.

Já Chowdhury, Hossain e Dewan (2015) propõem um método para priorizar as barreiras à sustentabilidade corporativa e selecionar as estratégias para atenuar essas barreiras, aplicando um framework integrando AHP com QFD.

Raut, Kamble e Jha, (2016) propõem uma metodologia integrando o QFD com o ANP para avaliar o espaço urbano construído sob diferentes perspectivas (consumidores, promotores, autoridades municipais, etc.) e múltiplos critérios de avaliação, explorando os conceitos de seleção de casas residenciais usando conceitos de sustentabilidade.

Siu e Lam (2015), por outro lado, utilizam o QFD integrado ao ANP para projetar uma cadeia de suprimentos marítima sustentável, tendo como foco as exigências dos clientes. Siu, Lam e Lai (2015)

integrando ao QFD o ANP, desenvolveram um modelo com métricas sistemáticas para as companhias de navegação atingirem a sustentabilidade ambiental em suas operações.

Soota (2017) propõe a integração entre o QFD e o ANP para o processo de desenvolvimento do produto usando uma perspectiva de decisão que considera isso como um processo do negócio contando com inúmeras decisões genéricas.

Já Rathod, Vinodh e Madhyasta (2011) propõem uma modificação do QFD, o ECQFD, integrado ao LCA para apoiar o desenvolvimento sustentável de um veículo elétrico.

Em um estudo anterior, Vinodh e Rathod (2010) já propunham a integração do ECQD com o LCA para garantir o desenvolvimento sustentável do produto.

Percebe-se que as propostas de integração, ainda que, em alguns casos, utilizando as mesmas ferramentas, divergem muito no que diz respeito ao propósito da aplicação. Além dessas, há diversas outras ferramentas cujos autores propuseram integração ao QFD, como será visto no quarto capítulo desta pesquisa.

Dada a grande variedade de propostas na literatura, pergunta-se: qual é o cenário da literatura em relação à utilização do QFD quando considerados os aspectos da sustentabilidade? O que tem sido publicado nesse sentido? Quais as tendências?

Para responder a essas perguntas propôs-se no presente estudo uma revisão bibliométrica e sistemática da literatura em relação ao tema, pela qual foi possível respondê-las e encontrar lacunas na literatura que implicam sugestões para pesquisas futuras.

3 Método de pesquisa

No que diz respeito à caracterização, o presente estudo é de natureza aplicada (Marconi & Lakatos, 2010), com abordagens qualitativa e quantitativa (Kumar, 2011; Bryman, 1989) e objetivo exploratório (Marconi & Lakatos, 2010).

Quanto ao método, consiste na revisão bibliométrica (Cooper & Lindsay, 1998), cujo intuito é mensurar quantitativamente a produção científica, e na revisão sistemática (Moher et al., 2009), baseando-se nos fundamentos de análise de conteúdo propostos por Bardin (1986).

Neste estudo, as revisões bibliométrica e sistemática da literatura foram utilizadas para investigar o que se tem feito em relação ao QFD quanto aos aspectos da sustentabilidade, no intuito de identificar lacunas na literatura e propor sugestões para pesquisas futuras.

A revisão bibliométrica ajuda a identificar perfis de várias publicações usando gráficos e dados quantitativos (Pritchard, 1969), enquanto revisões sistemáticas da literatura ajudam a desenvolver análise de conteúdo para codificar e categorizar dados (Bardin 1986).



Como o intuito da pesquisa foi investigar o que se tem publicado a respeito do QFD, quando se consideram os aspectos da sustentabilidade, definiram-se as palavras-chave, bem como as bases de dados, delimitando-se assim os critérios para a busca dos artigos, conforme constam no Quadro 3.1.

Quadro 1

Critérios para busca de artigos

Palavras-chave utilizadas	Bases de dados pesquisadas	Filtros utilizados na busca
<p>"QFD" AND "Sustainability"</p> <p>"QFD" AND "Sustainable"</p> <p>"Quality Function Deployment" AND "Sustainability"</p> <p>"Quality Function Deployment" AND "Sustainable"</p> <p>"QFD" AND "Sustentabilidade"</p> <p>"QFD" AND "Sustentável"</p> <p>"Desdobramento da função qualidade" AND "Sustentabilidade"</p> <p>"Desdobramento da função qualidade" AND "Sustentável"</p>	<p>Capes</p> <p>Proquest</p> <p>Scielo</p> <p>Scopus</p> <p>Taylor & Francis</p> <p>Wiley Library</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Palavras-chave presentes no campo título, ou • Palavras-chave presentes no campo <i>keywords</i>, ou • Palavras-chave presentes no campo <i>abstract</i> (resumo); • Tipo de artigo: somente artigos de periódicos.

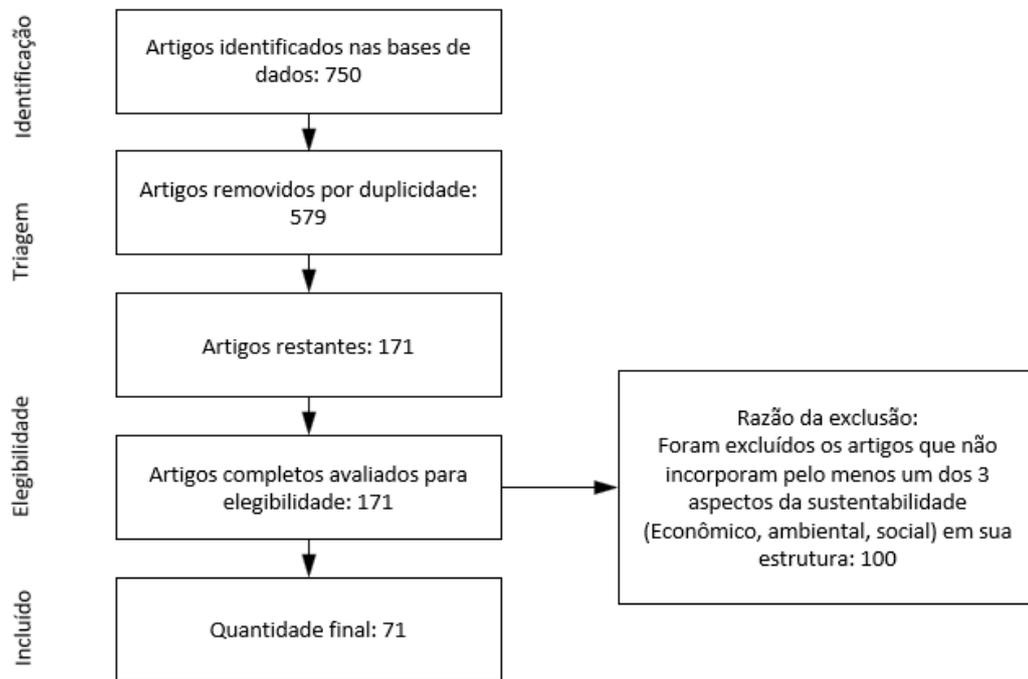
Fonte: Elaborado pelos autores.

Além disso, de acordo com Bardin, (1986), uma das maneiras pela qual se pode fazer a escolha dos documentos é por meio da determinação de um problema de pesquisa levantado. Nesse sentido, a seguinte questão foi levantada para guiar a pesquisa: Quais são os modelos de QFD existentes que levam em conta variáveis de sustentabilidade considerando os aspectos econômico, ambiental e social?

Com base nessa questão norteadora e a exemplo do que foi feito nas pesquisas de Erthal e Marques (2018), Akmal *et al.* (2018), Oliveira Neto *et al.* (2018) e Costa, Oliveira Neto e Leite (2020), nas quais foi utilizado como método a revisão sistemática, nesta pesquisa foi adotado um conjunto de critérios de inclusão e exclusão de artigos baseado nos itens de relatório preferenciais para revisões sistemáticas e meta-análises (PRISMA) estabelecido por Moher *et al.* (2009), conforme apresentado na figura 3.1.

Figura 1

Diagrama de seleção e avaliação dos artigos



Fonte: Adaptado de Moher *et al.* (2009).

De acordo com o PRISMA (Moher *et al.*, 2009), Figura 3.1, a busca nas bases de dados pesquisadas resultou em 750 artigos encontrados, dos quais, excluindo-se os repetidos, restaram 171. Após a leitura completa dos artigos, aplicando-se os critérios para exclusão apresentados na Figura 3.1, foram considerados válidos para a presente pesquisa 71 artigos.

Não foi considerado filtro quanto à data de início das publicações, no entanto, a data final foi dezembro de 2019, porque 2019 foi considerado um ano inteiro e 2020 não havia terminado (no momento da pesquisa). Thomé, Scavarda e Scavarda (2016) mostraram que, em qualquer pesquisa bibliográfica, é importante decidir quando interromper a pesquisa.

Uma vez selecionados os artigos, a análise teve início com relação aos aspectos bibliométricos que pertencem à cienciometria, desenvolvida para medir o desempenho científico com base na publicação de um determinado assunto (Godin 2006; Verbeek *et al.* 2002), e mostra quantitativamente o desenvolvimento de um novo campo de conhecimento (Ramos -Rodriguez & Ruiz-Navarro 2004).

Nesse sentido, foram avaliadas: a concentração de publicações por ano, para demonstrar a relevância do tema pesquisado (Andres, 2009); a concentração de publicações por periódico, para medir quais periódicos publicam mais artigos sobre a integração dos aspectos da sustentabilidade à estrutura do QFD, pois, de acordo com Akmal *et al.* (2018), a análise do número de publicações por periódico é essencial para que os pesquisadores entendam e posicionem seu trabalho em um periódico apropriado; a concentração de publicações por país, para identificação dos países que mais têm publicado sobre o



tema; e, finalmente, os métodos de pesquisa utilizados nos artigos levantados, para entender como o tema têm sido explorado e possibilitar sugestões de métodos menos utilizados para pesquisas futuras (Oliveira Neto *et al.*, 2018).

Para a análise bibliométrica foram utilizados grafos e interpretação de redes, com o auxílio do software GEPHI 0.9.2.

Posteriormente, para as análises que compõem a revisão sistemática da presente pesquisa, como a questão principal refere-se à integração dos aspectos da sustentabilidade ao QFD, fez-se um levantamento da concentração de artigos que consideram um ou mais aspectos da sustentabilidade, a saber, os aspectos econômico, ambiental e social. Também foi considerada nesse levantamento a maneira como essa concentração dos aspectos da sustentabilidade na estrutura do QFD se deu em função do tempo.

Em seguida, como foi identificada a utilização de outras ferramentas junto ao QFD, também foi feita uma análise no sentido de identificar quais as ferramentas mais frequentemente associadas ao QFD quando se consideram os aspectos da sustentabilidade em sua utilização.

Pela análise individual dos artigos, foi possível identificar especificidades na aplicação das propostas de QFD, as quais foram categorizados em 7 focos na presente pesquisa: Cadeia de suprimentos, Estratégico/organizacional, Produto/processo, Habitação, Educação, Construção e Transporte. Segundo Bardin (1986), a categorização possibilita uma representação simplificada dos dados.

Assim, foi possível analisar a relação entre as ferramentas e técnicas associadas ao QFD, os aspectos da sustentabilidade e os focos de aplicação das propostas. Além disso, foram identificados os segmentos de mercado considerados nos artigos e, com isso, também foi feita uma análise da relação entre os focos de aplicação e os referidos segmentos de mercado.

Por fim, foi analisada a concentração dos aspectos da sustentabilidade por segmento de mercado. Tudo isso foi analisado para tentar identificar as tendências da aplicação do QFD quando se consideram os aspectos da sustentabilidade, tanto com relação à sua aplicação junto a outras ferramentas quanto com relação aos segmentos de mercado e aos focos de aplicação em que sua utilização tem ocorrido. Assim, pôde-se destacar orientações aos pesquisadores para o desenvolvimento de pesquisas futuras, como sugerido por Rocha *et al.* (2012) e Oliveira Neto *et al.* (2018).

4 Resultados e discussões

O levantamento dos dados que fundamentam as análises deste capítulo foi compilado na Tabela 4.1. Todas as análises foram realizadas em função dessa tabela.

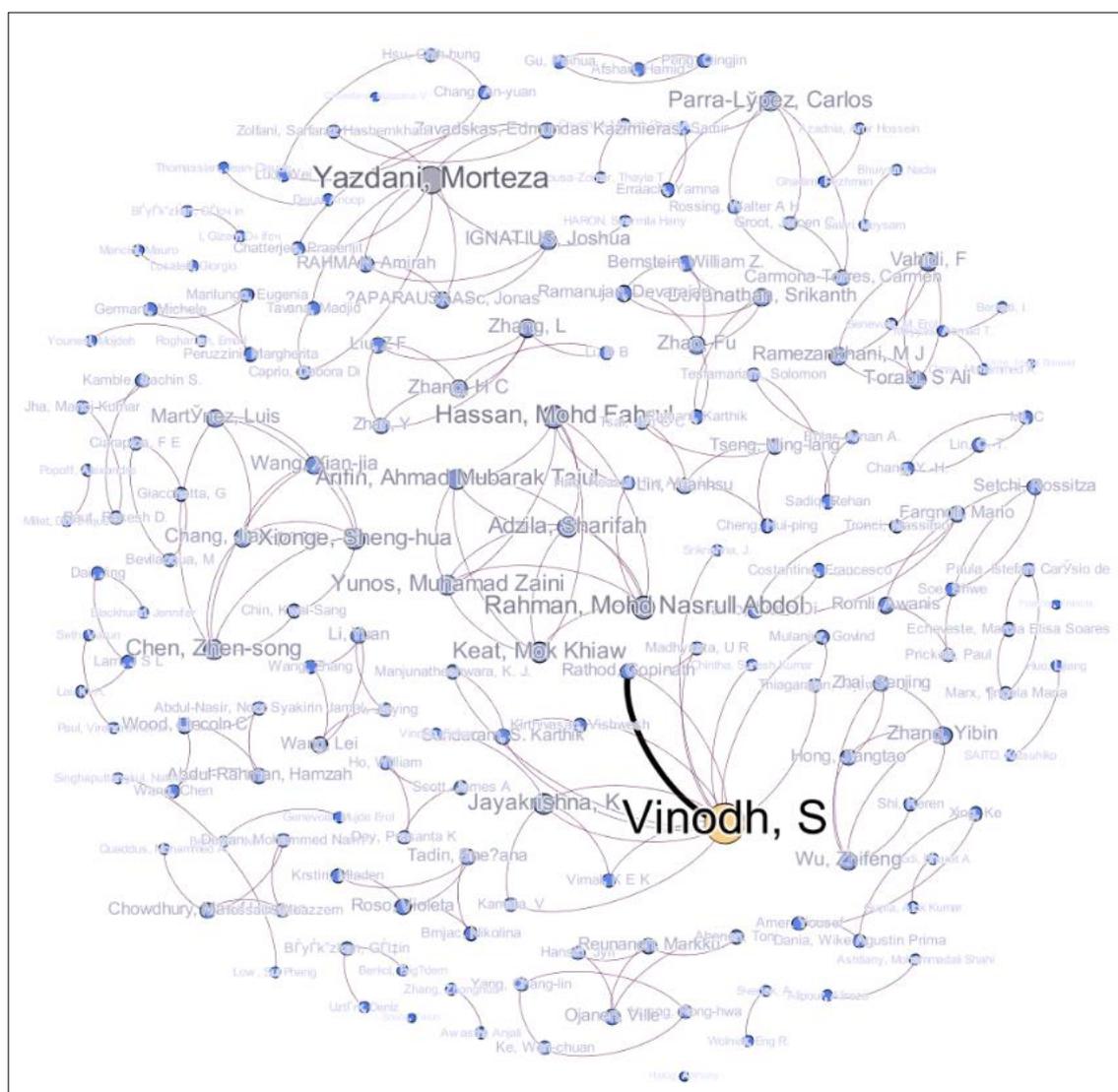
De acordo com a Tabela 4.1, observa-se que os artigos estão distribuídos, quanto ao período de publicação, da seguinte forma: 54% dos artigos têm de 0 a 5 anos da data de publicação, 13% dos artigos têm de 6 a 7 anos da data de publicação, 25% dos artigos têm de 8 a 10 anos da data de publicação e 8% dos artigos têm mais de 10 anos da data de publicação.

Isso demonstra que a discussão sobre o tema vem aumentando sua relevância ao longo dos anos, de maneira que a maioria dos artigos publicados selecionados são recentes, com apenas 5 anos da data de publicação.

Os resultados das análises a seguir abordam o aspecto bibliométrico do presente estudo. A Figura 4.1 apresenta a relação dos autores dos 71 artigos selecionados na presente pesquisa.

Figura 2

Grafo de relações entre os autores

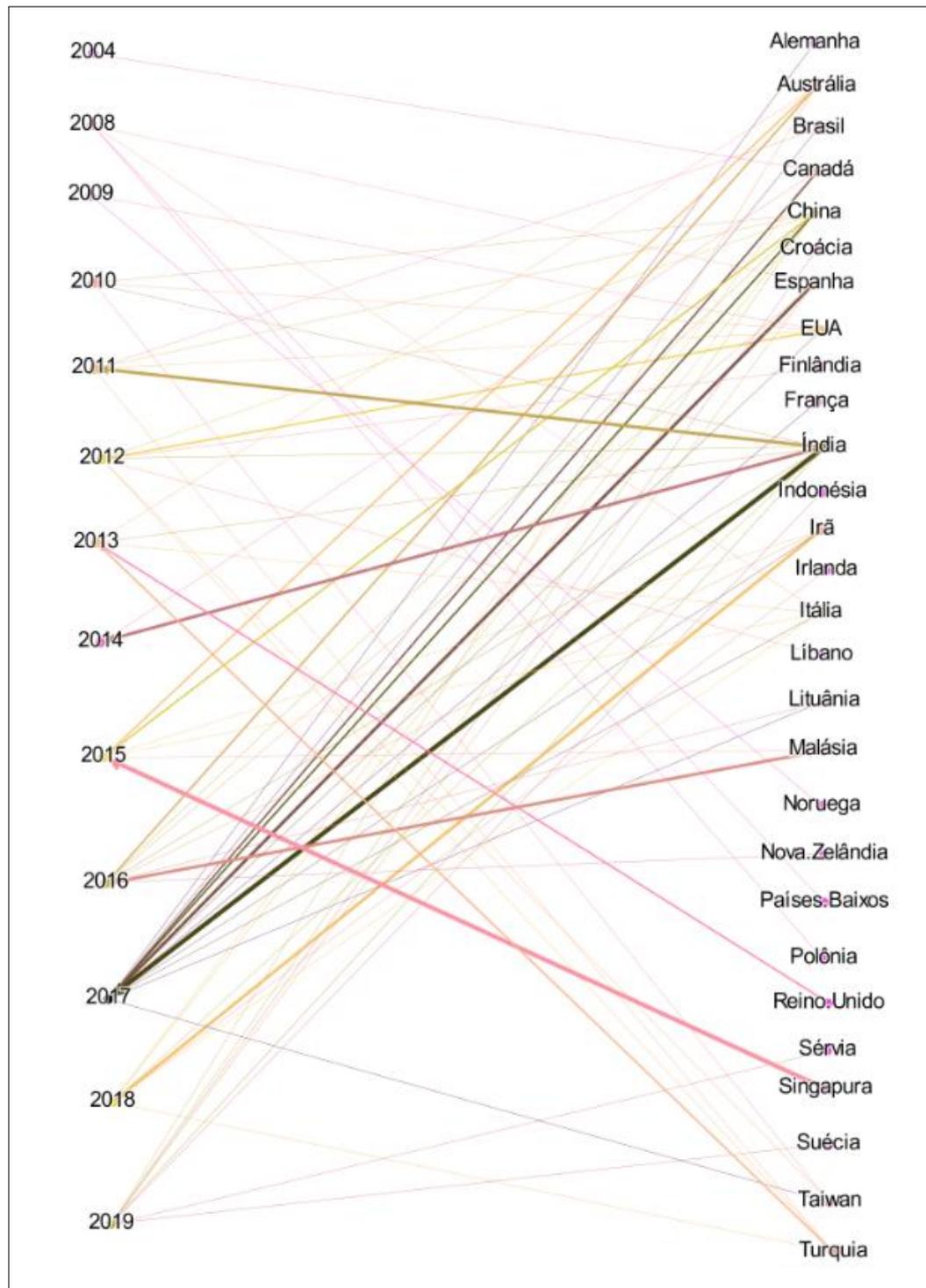


Fonte: Elaborado pelos autores.

relevantes no número de publicações. O Singapura teve uma expressiva representação no ano de 2015 e, em 2018, o Irã mostrou interesse no tema, a julgar pelas publicações.

Figura 4

Grafo de publicação por país x ano de publicação



Fonte: Elaborado pelos autores.

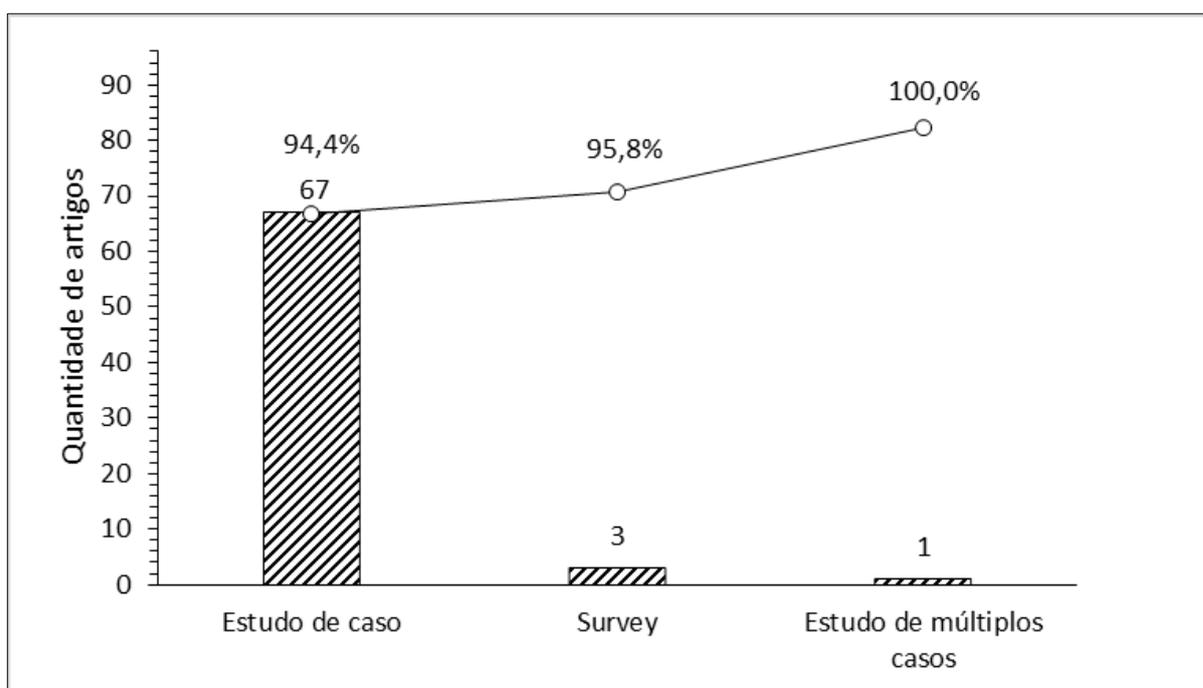


Quanto aos métodos utilizados pelos autores em suas pesquisas, o Gráfico 4.1 apresenta a distribuição dos artigos em função dos métodos. Nota-se que mais de 90% dos artigos utilizaram como método o estudo de caso. Um dos artigos utilizou o estudo de múltiplos casos e apenas 3 artigos utilizaram a *survey*.

Isso pode estar associado ao fato de que grande parte das publicações se trata de propostas de ferramentas e abordagens que necessitam ser testadas na prática para validação e, para tanto, os autores acabam recorrendo ao estudo de caso.

Gráfico 1

Métodos x artigo

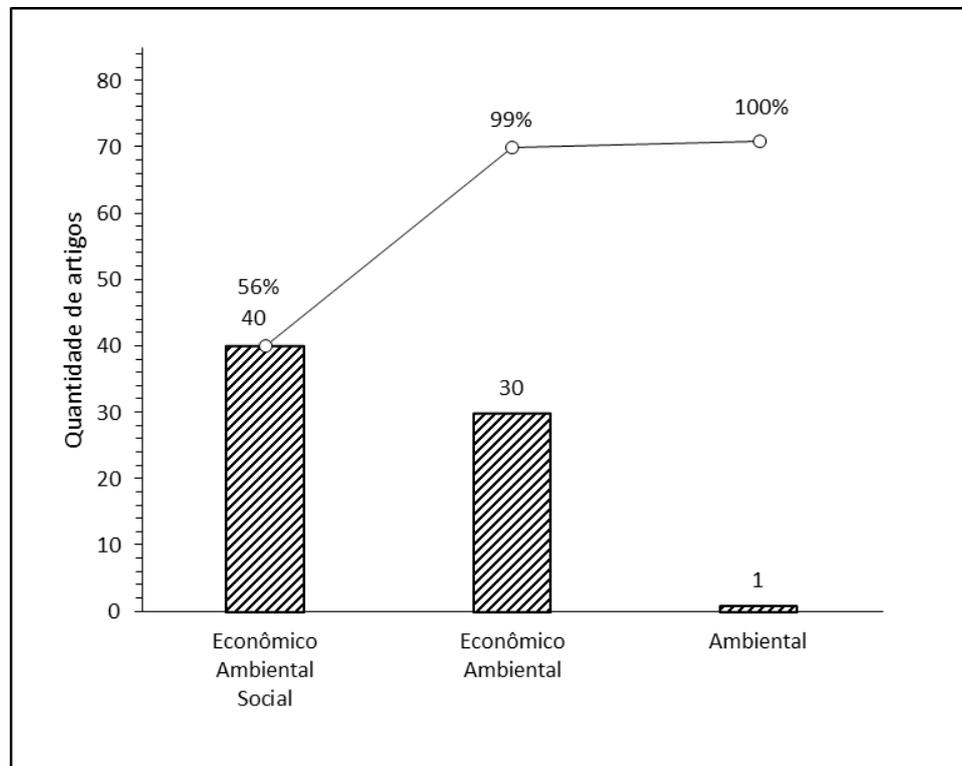


Fonte: Elaborado pelos autores.

As análises a seguir abordam o aspecto sistemático do presente estudo. Quanto à relação entre o QFD e as variáveis de sustentabilidade, considerando-se os aspectos econômico, ambiental e social, como se pode observar no Gráfico 4.2, infere-se que, dos 71 artigos, 40 consideraram os três aspectos da sustentabilidade: econômico, ambiental e social. Do restante, 30 não consideraram o aspecto social e um dos artigos considerou apenas o aspecto ambiental.

Gráfico 2

Quantidade de artigos x Aspectos da sustentabilidade



Fonte: Elaborado pelos autores.

Percebe-se, pelo Gráfico 4.3, que a tendência de publicações que consideram os três aspectos da sustentabilidade é ascendente, no entanto, as publicações que não consideram o aspecto social tiveram um pico em 2011 e 2012, mas tendem a cair. Pelo Gráfico 4.3, pode-se dizer que, à medida que as publicações que consideram os três aspectos crescem, as que não consideram diminuem. Isso demonstra uma crescente preocupação em se considerar o aspecto social nas análises. Em 2017, quando houve o maior número de publicações em relação ao tema, todas elas consideraram os três aspectos da sustentabilidade.

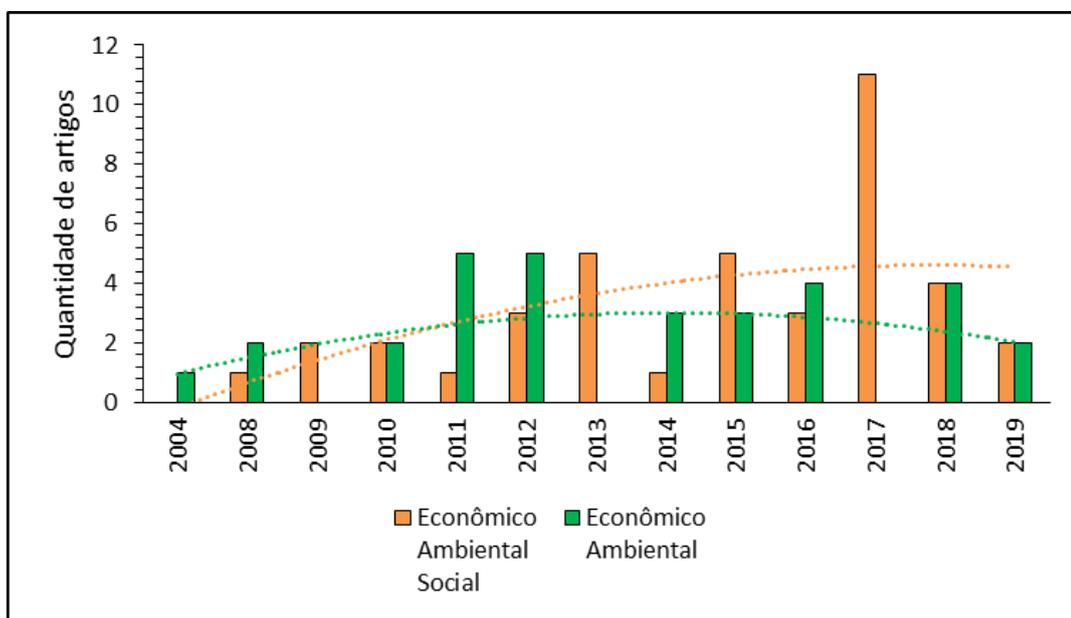
Essa constatação corrobora com as conclusões de Ferretti *et al.* (2007), que há muito já haviam identificado uma tendência no ganho de importância da sustentabilidade para a sociedade e para a indústria e como os tópicos ambientais desempenham um papel importante, tornando-se um ponto central das políticas de gestão estratégica e operacional.

Como pode-se notar, essa tendência se mostrou presente também na aplicação do QFD, uma ferramenta de gestão estratégica concebida primordialmente para traduzir as necessidades dos clientes em especificações técnicas de produto e processo que agora mostra ser capaz de ter seu propósito também inclinado para a sustentabilidade.



Gráfico 3

Quantidade de artigos por ano x Aspectos da sustentabilidade



Fonte: Elaborado pelos autores.

O presente estudo revelou que diversos autores utilizaram a estrutura convencional do QFD e levaram em conta os aspectos da sustentabilidade nela, mas outros autores, além de considerar os aspectos sustentáveis, integraram outras ferramentas e abordagens ao QFD, gerando propostas de novos métodos e *frameworks*.

O grafo da Figura 4.4 apresenta a relação das ferramentas e abordagens integradas ao QFD com os aspectos da sustentabilidade. Nota-se que as linhas mais espessas, tanto direcionadas aos três aspectos (econômico, ambiental e social) quanto direcionadas aos dois aspectos (econômico e ambiental), partem do QFD (convencional).

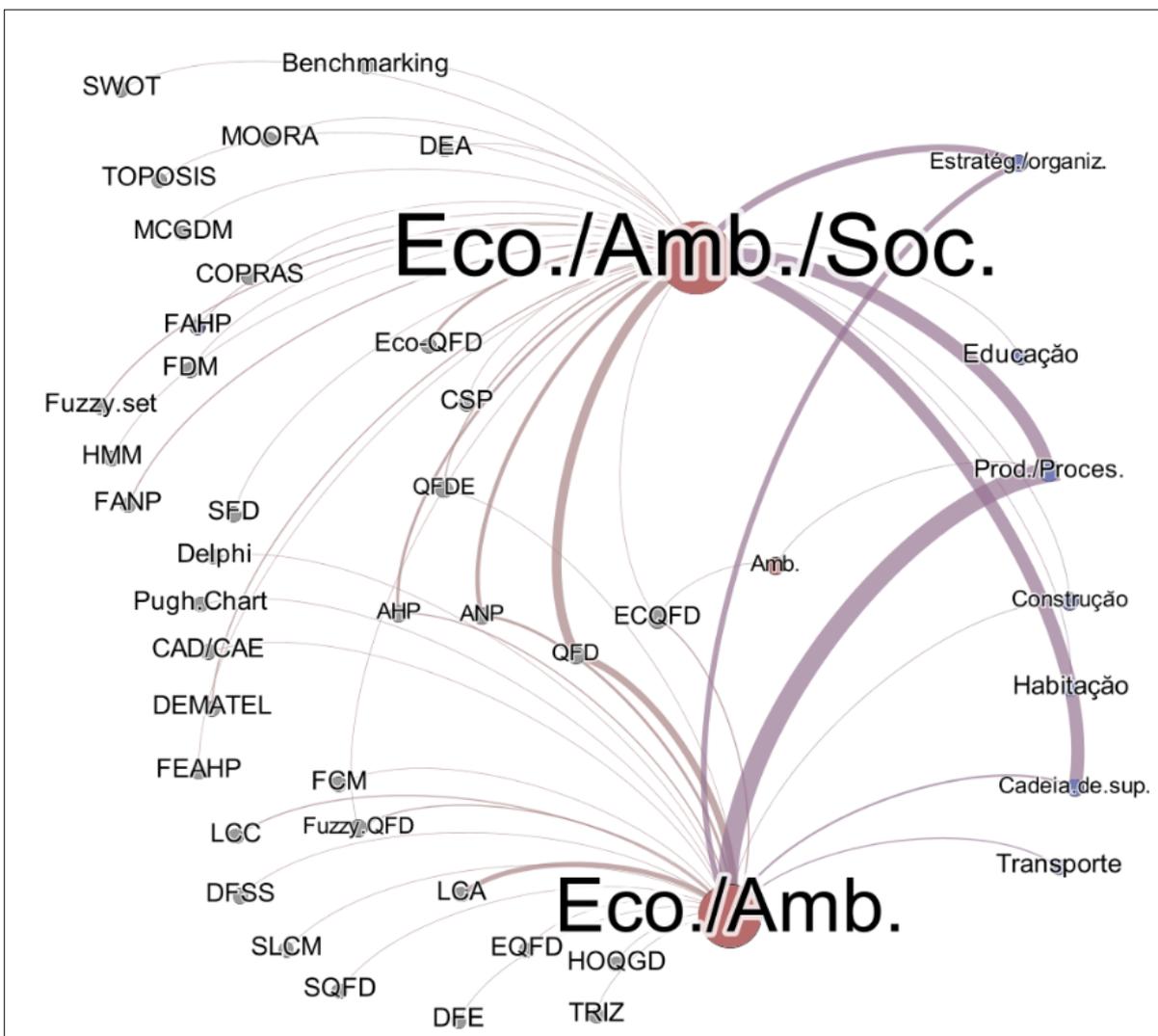
Isso demonstra que, apesar das propostas de integração de novas ferramentas e abordagens ao QFD, sua utilização da maneira convencional ainda é significativa, mesmo quando considerados os aspectos da sustentabilidade.

De acordo com as espessuras das linhas no grafo da Figura 4.4, as ferramentas mais frequentemente integradas ao QFD, de acordo com o gráfico, são LCA - *Life-Cycle Assessment* (Devanathan *et al.*, 2010; Fargnoli *et al.*, 2018; Halog, 2004; Bevilacqua, Ciarapica & Giacchetta, 2008; Rathod, Vinodh & Madhyasta, 2011; Vinodh & Rathod, 2010), ANP - *Analytical Network Process* (Büyüközkan & Berkol, 2011; Dania, Xing & Amer, 2019; Ignatius *et al.*, 2016; Lam & Dai, 2015; Lam & Lai, 2015; Parra-López *et al.*, 2008; Siu & Lam, 2015; Soota, 2017; Tavana, Yazdani & Caprio, 2017) e AHP - *Analytical Hierarchy Process* (Azadnia & Ghadimi, 2018; Chowdhury, Hossain & Dewan, 2015; Dai & Blackhurst, 2012; Gupta & Modi, 2018; Hsu, Chang & Luo, 2017; Raut, Kamble & Jha, 2016; Sousa-Zomer & Cauchick miguel, 2017; Vinodh, Kamala & Jayakrishna, 2014).



Grafo 1

Foco x Ferramentas e abordagens integradas x Aspectos da sustentabilidade



Fonte: Elaborado pelos autores.

É interessante destacar, com base no grafo da Figura 4.5, que as aplicações com foco em Produto/Processo estão equilibradas com relação aos aspectos de sustentabilidade considerados, ou seja, as aplicações que consideraram os três aspectos e aquelas que não consideraram o aspecto social estão bem divididas em relação a esse foco.

Em contrapartida, quando o foco é cadeia de suprimentos, a grande maioria das aplicações consideraram os três aspectos da sustentabilidade. Isso indica que, quando o foco é cadeia de suprimento, os autores praticamente não deixam de considerar o aspecto social em suas propostas de QFD.

É plausível apontar, portanto, que para o foco cadeia de suprimentos o conceito de sustentabilidade está mais difundido, pois a maioria dos trabalhos voltados para esse foco consideraram os três aspectos: econômico, ambiental e social.

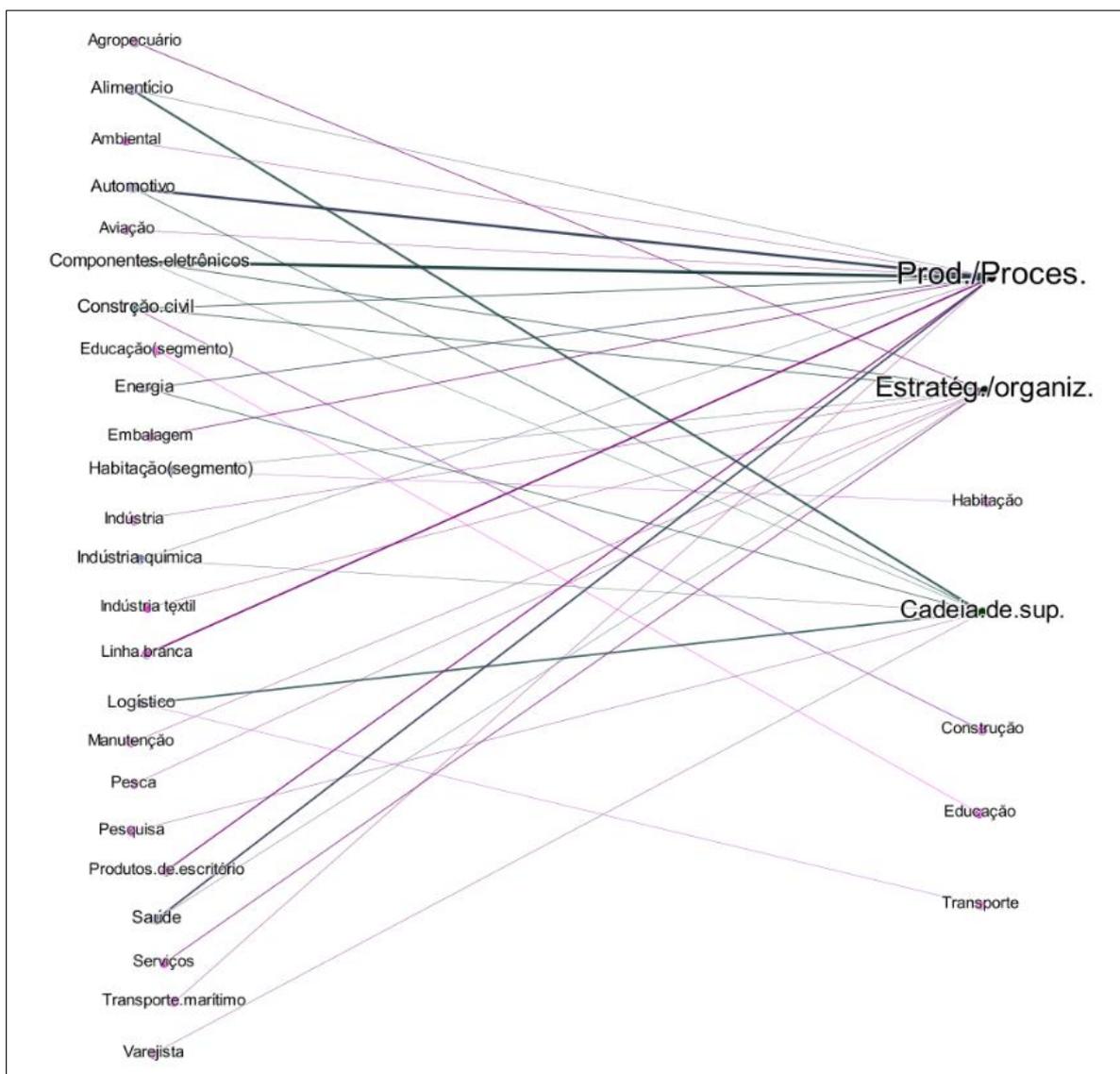
Com relação ao foco Estratégia/organizacional, essa divisão é mais parecida com a do foco Produto/processo, porém com uma concentração menor de publicações.

Quando o foco é educação ou habitação, apesar da baixa concentração de trabalhos, estão todos voltados para os três aspectos da sustentabilidade, o que também indica um maior entendimento do conceito de sustentabilidade nesses focos. Em contrapartida, no foco de transporte, também apesar da baixa concentração de trabalhos, nenhum considerou os três aspectos.

Outra observação feita no presente estudo relaciona esses 7 focos com os segmentos em que essas abordagens do QFD foram aplicadas, de acordo com os artigos coletados. O grafo da Figura 4.6 apresenta essa relação, pelo que se nota uma grande concentração nos focos Produto/Processo, Estratégia/Organizacional e Cadeia de suprimentos.

Figura 6

Grafo de Foco x Segmento



Fonte: Elaborado pelos autores.



Evidencia-se, no entanto, que os segmentos com as linhas mais espessas, ou seja, aqueles em que mais se publicou, concentram-se nos focos Produto/Processo e Cadeia de suprimentos. São eles: alimentício, automotivo, componentes eletrônicos, linha branca, logístico e saúde.

Considerando-se que, conforme o grafo da Figura 4.5, quando o foco é cadeia de suprimentos a maioria dos trabalhos considerou os três aspectos da sustentabilidade, e que, conforme o grafo 4.6, os segmentos que se concentram no foco cadeia de suprimentos são o alimentício e o logístico, pode-se apontar que nesses segmentos o conceito de sustentabilidade é bem difundido.

Uma última análise relevante que pôde ser feita trata da relação entre os segmentos e os aspectos da sustentabilidade. O grafo da Figura 4.7 apresenta essa relação, pela qual se observa que quase em todos os segmentos houve estudos que consideraram os três aspectos da sustentabilidade bem como estudos que não consideraram o aspecto social.

Pelo grafo da Figura 4.7 é comprovada a observação anterior de que, no caso do segmento alimentício e do segmento logístico, a maioria dos trabalhos consideraram os três aspectos da sustentabilidade.

No grafo da Figura 4.5, observou-se que para o foco produto/processo há uma concentração equivalente entre os trabalhos que consideraram os três aspectos da sustentabilidade e os trabalhos que não consideraram o aspecto social. Quando se observa o grafo da Figura 4.6, nota-se que para esse foco os segmentos de maior concentração de trabalhos são: automotivo, componentes eletrônicos, linha branca e saúde. Agora, pelo grafo da Figura 4.7, observa-se que desses segmentos o que mais tende a considerar os três aspectos é o da saúde, enquanto os segmentos automotivo, componentes eletrônicos e linha branca tiveram maior concentração de trabalhos que não consideram o aspecto social.

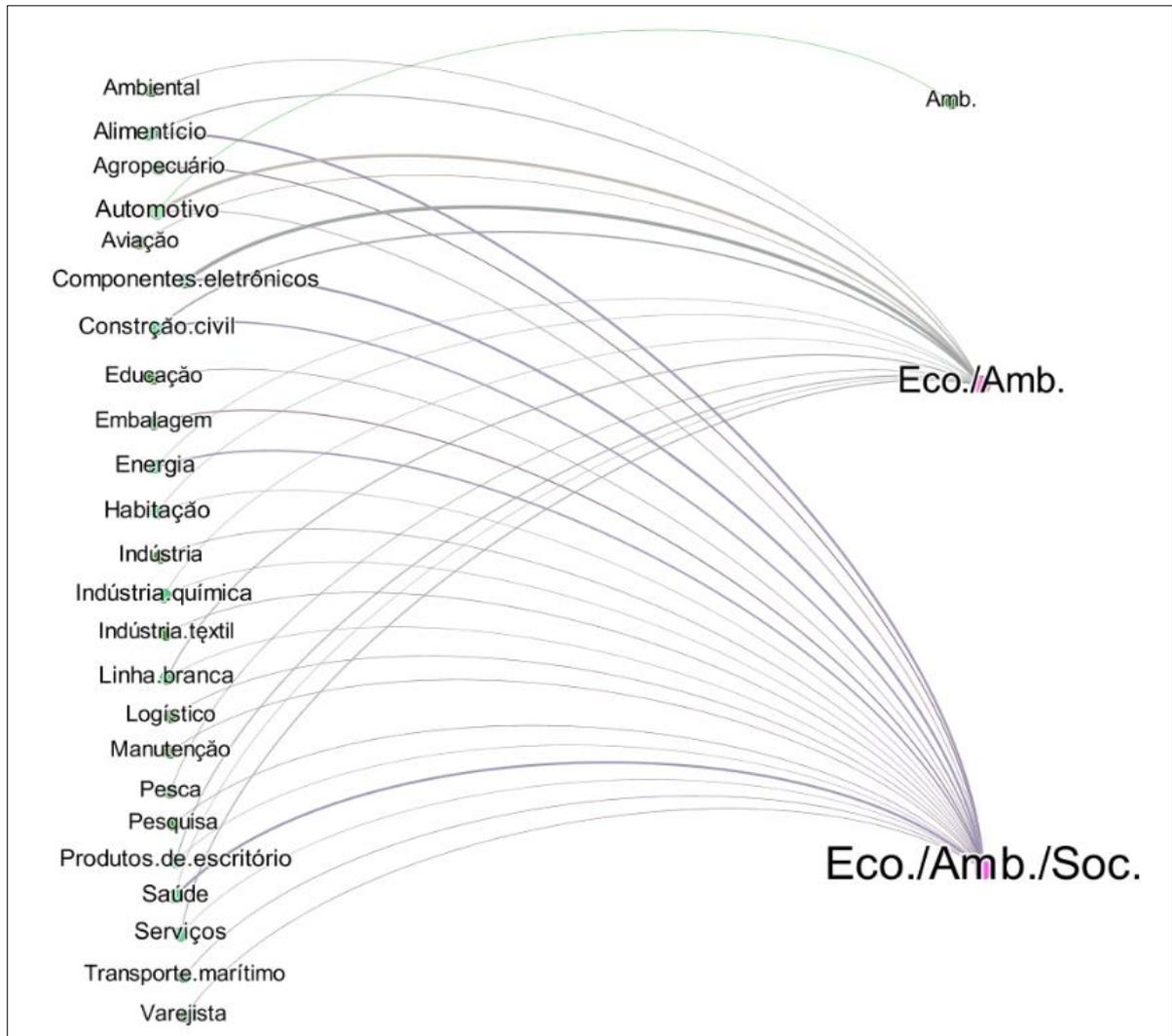
Pela análise dos grafos, pode-se afirmar que, apesar da tendência em se considerar os três aspectos da sustentabilidade na aplicação do QFD, no caso dos segmentos automotivo, componentes eletrônicos e linha branca essa tendência ainda não é expressiva.

No entanto, associando-se o grafo da Figura 4.7 com o Gráfico 4.3, de uma forma geral, observa-se uma tendência em praticamente todos os segmentos a consideração do aspecto social nos estudos relacionados ao QFD, ou seja, observa-se uma tendência em considerar um conceito de sustentabilidade mais abrangente nos estudos relacionados ao QFD.

No grafo da Figura 4.7 observa-se que, de todos os segmentos identificados, apenas nos segmentos ambiental, aviação e pesca não houve trabalhos que considerassem os três aspectos da sustentabilidade. Em todos os outros segmentos, houve trabalhos que consideraram os três aspectos da sustentabilidade.

Figura 7

Grafo segmento x aspectos da sustentabilidade



Fonte: Elaborado pelos autores.



Tabela 1

Compilação dos dados da pesquisa

#	Autores	Título	Ano	País	Método	Setor	Ferramentas integradas ao QFD	Aspectos abordados	Foco
1	Halog, Anthony	An approach to selection of sustainable product improvement alternatives with data uncertainty	2004	Canada	Estudo de caso	indústria de produtos elétricos industriais	LCA LCC	Econômico Ambiental	Produto/Processo
2	Bevilacqua, M Ciarapica, F E Giacchetta, G	Design for environment as a tool for the development of a sustainable supply chain	2008	Italia	Estudo de caso	Indústria alimentícia	LCA (life-cycle assessmen)	Econômico Ambiental	Cadeia de suprimentos
3	Parra-López, Carlos Groot, Jeroen C J Carmona-Torres, Carmen Rossing, Walter A H	Integrating public demands into model-based design for multifunctional agriculture: An application to intensive Dutch dairy landscapes	2008	Espanha Netherlands	Estudo de caso	Agropecuário	ANP (analytical Network Process)	Econômico Ambiental Social	Estratégico/organizacional
4	Wolniak, Eng R.S, edek, A.	Using QFD method for the ecological designing of products and services	2008	Poland	Estudo de caso	Habitação	-	Econômico Ambiental	Estratégico/organizacional
5	Desai, Anoop Thomassian, Jean-Claude	CURRICULUM DEVELOPMENT ON A " SUSTAINABILITY " MAJOR USING QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT (QFD) TECHNIQUES	2009	USA	Estudo de caso	Educação	-	Econômico Ambiental Social	Educação
6	Utne, Ingrid Bouwer	Improving the environmental performance of the fishing fleet by use of Quality Function Deployment (QFD)	2009	Noruega	Estudo de caso	Pesca	Eco-QFD	Econômico Ambiental Social	Estratégico/organizacional
7	Devanathan, Srikanth Ramanujan, Devarajan Bernstein, William Z.Zhao, Fu	Integration of Sustainability Into Early Design Through the Function Impact Matrix	2010	USA	Estudo de caso	Fabricação de grameadores	LCA (life-cycle assessmen) Funcional	Econômico Ambiental	Produto/Processo
8	HUO, Lijiang SAITO, Katsuhiko	Sustainability Assessment for Optimizing Logistics-oriented Protective Packaging Design	2010	China	Estudo de caso	embalagem	-	Econômico Ambiental Social	Produto/Processo
9	Lin, Yuanhsu Cheng, Hui-ping Tseng, Ming-lang Tsai, Jim C C	Using QFD and ANP to analyze the environmental production requirements in linguistic preferences	2010	Taiwan	Estudo de caso	Saúde	Fuzzy set ANP	Econômico Ambiental Social	Produto/Processo



#	Autores	Título	Ano	País	Método	Setor	Ferramentas integradas ao QFD	Aspectos abordados	Foco
10	Vinodh, S Rathod, Gopinath	Integration of ECQFD and LCA for sustainable product design	2010	India	Estudo de caso	Fabricação de componentes eletrônicos	LCA (life-cycle assessmen)	Econômico Ambiental	Produto/Processo
11	Büyükoçkan, Gülçin Berkol, Çiğdem	Designing a sustainable supply chain using an integrated analytic network process and goal programming approach in quality function deployment	2011	Turkey	Estudo de caso	Energia	ANP (analytical Network Process)	Econômico Ambiental Social	Cadeia de suprimentos
12	Marx, Ângela Maria Echeveste, Marcia Elisa Soares Paula, Istefani Carisio de	Desdobramento da função qualidade aplicado ao projeto de um detergente sustentável	2011	Brasil	Estudo de caso	Fabricação de detergente	-	Econômico Ambiental	Produto/Processo
13	Rathod, Gopinath Vinodh, S Madhyasta, U R	Integration of ECQFD and LCA for enabling sustainable product design in an electric vehicle manufacturing organisation	2011	India	Estudo de caso	Automotivo	LCA (life-cycle assessmen)	Econômico Ambiental	Produto/Processo
14	Vinodh, S Rathod, Gopinath	Application of ECQFD for enabling environmentally conscious design and sustainable development in an electric vehicle	2011	India	Estudo de caso	Automotivo (veículo elétrico)	ECQFD	Ambiental	Produto/Processo
15	Vinodh, S. Chintha, Suresh Kumar	Application of fuzzy QFD for enabling sustainability	2011	India	Estudo de caso	Fabricação de componentes eletrônicos	Fuzzy QFD	Econômico Ambiental	Produto/Processo
16	Zhang, L Zhan, Y Liu, Z F Zhang, H C Li, B B	Development and analysis of design for environment oriented design parameters	2011	China USA	Estudo de caso	Alimentício	QFDE	Econômico Ambiental	Produto/Processo
17	Berketli, I. Genevois, M. Erol	Environmental Impact Assessment in Sustainable Manufacturing : A Case Study	2012	Istambul	Estudo de caso	Linha branca (liquidificador manual)	EQFD	Econômico Ambiental	Produto/Processo
18	Dai, Jing Blackhurst, Jennifer	A four-phase AHP-QFD approach for supplier assessment: A sustainability perspective	2012	USA	Estudo de caso	Varejista	AHP	Econômico Ambiental Social	Cadeia de suprimentos



#	Autores	Título	Ano	País	Método	Setor	Ferramentas integradas ao QFD	Aspectos abordados	Foco
19	Francis, Francis	The elaboration process - an approach for sustainable product development: A case study	2012	Líbano	Estudo de caso	Serviço de transporte de viagem (bus travel)	-	Econômico Ambiental	Estratégico/organizacional
20	Huo, Lijiang	Study on Multi-criteria Evaluation for Selecting Sustainable Protective Packaging System	2012	China		embalagem	-	Econômico Ambiental Social	Produto/Processo
21	Mayyas, Ahmad T. Omar, Mohammed A.	Eco-material selection assisted with decision-making tools, guided by product's attributes; Functionality and manufacturability	2012	USA	Estudo de caso	Automotivo	-	Econômico Ambiental	Produto/Processo
22	Ojanen, Ville Ahonen, Toni Reunanen, Markku Hanski, Jyri	Towards availability and sustainability in customer value assessment of asset management services	2012	Finlandia	Estudo de caso	Serviço (soluções industriais)	SQFD	Econômico Ambiental	Estratégico/organizacional
23	Vinodh, S. Srikrishna, J.	Application of fuzzy logic-based Eco-QFD for a disconnecting switch	2012	India	estudo de caso	Usina de energia	Eco-QFD	Econômico Ambiental Social	Produto/Processo
24	Yang, Chang-lin Huang, Rong-hwa Ke, Wen-chuan	Applying QFD to build green manufacturing system	2012	Taiwan	Estudo de caso	Fabricação de componentes eletrônicos	-	Econômico Ambiental	Produto/Processo
25	Bereketli, Ilke Genevois, Mujde Erol	An integrated QFDE approach for identifying improvement strategies in sustainable product development	2013	Turkey	Estudo de caso	Linha branca (liquidificador manual)	QFDE	Econômico Ambiental Social	Produto/Processo
26	Büyükoçkan, Gülc, in I, Gizem C, ifc,	An integrated QFD framework with multiple formatted and incomplete preferences : A sustainable supply chain application	2013	Turkey	estudo de caso	Logístico	-	Econômico Ambiental Social	Cadeia de suprimentos
27	Locatelli, Giorgio Mancini, Mauro	Sustainability in the power plant choice	2013	UK Italy	Estudo de caso	energia	-	Econômico Ambiental Social	Produto/Processo



#	Autores	Título	Ano	País	Método	Setor	Ferramentas integradas ao QFD	Aspectos abordados	Foco
28	Scott, James A Ho, William Dey, Prasanta K	Strategic sourcing in the UK bioenergy industry	2013	UK Australia	Estudo de caso	energia	-	Econômico Ambiental Social	Cadeia de suprimentos
29	Vinodh, S. Mulanjur, Govind Thiagarajan, Arjun	Sustainable concept selection using modified fuzzy TOPSIS : a case study	2013	India	Estudo de caso	Fabricação de componentes eletrônicos	ECQFD	Econômico Ambiental Social	Estratégico/organizacional
30	Chowdary, Boppana V	Fuzzy QFD integrated CAD /CAE and DFE framework : enabler of sustainable product design practices	2014	India	Estudo de caso	Desenvolvimento de bola de tennis	CAD/CAE DFE	Econômico Ambiental	Produto/Processo
31	Vinodh, S Kamala, V Jayakrishna, K	Integration of ECQFD , TRIZ , and AHP for innovative and sustainable product development	2014	India	Estudo de caso	Automotivo	ECQFD TRIZ AHP	Econômico Ambiental	Produto/Processo
32	Vinodh, Sekar Jayakrishna, K.	Development of integrated ECQFD, LCA and sustainable analysis model: A case study in an automotive component manufacturing organization	2014	India	Estudo de caso	Automotivo	ECQFD (environmentally conscious QFD) LCA (life cycle assessment)	Econômico Ambiental	Produto/Processo
33	Zhang, Zhonghua Awasthi, Anjali	Modelling customer and technical requirements for sustainable supply chain planning	2014	Canada	Survey	pesquisa (especializadas em supply chain)	SFD	Econômico Ambiental Social	Cadeia de suprimentos
34	Chowdhury, Maruf Hossan Hossain, Moazzem Dewan, Mohammed Naim	A FRAMEWORK FOR SELECTING OPTIMAL STRATEGIES TO MITIGATE THE CORPORATE SUSTAINABILITY BARRIERS	2015	Australia	Estudo de múltiplos casos	Indústria têxtil	AHP	Econômico Ambiental Social	Estratégico/organizacional
35	Lam, J S L Lai, K.-H.	Developing environmental sustainability by ANP-QFD approach: The case of shipping operations	2015	Singapura China	Estudo de caso	Logístico (marítimo)	ANP (analytical Network Process)	Econômico Ambiental Social	Cadeia de suprimentos
36	Lam, Jasmine Siu Lee	Designing a sustainable maritime supply chain: A hybrid QFD-ANP approach	2015	Singapura	Estudo de caso	Logístico (marítimo)	ANP (analytical Network Process)	Econômico Ambiental	Cadeia de suprimentos



#	Autores	Título	Ano	País	Método	Setor	Ferramentas integradas ao QFD	Aspectos abordados	Foco
37	Lam, Jasmine Siu Lee Dai, Jing	Environmental sustainability of logistics service provider : an ANP-QFD approach	2015	singapura China	Estudo de caso	Logístico	ANP (analytical Network Process)	Econômico Ambiental	Cadeia de suprimentos
38	Peruzzini, Margherita Marilungo, Eugenia Germani, Michele	Structured requirements elicitation for product-service system	2015	Italy	Estudo de caso	Linha branca/máquinas-ferramentaqtexil	-	Econômico Ambiental	Produto/Processo
39	Romli, Awanis Prickett, Paul Setchi, Rossitza Soe, Shwe	Integrated eco-design decision-making for sustainable product development	2015	Malasia	Estudo de caso	Saúde	Eco-QFD	Econômico Ambiental Social	Produto/Processo
40	Singhaputtangkul, Natee Low, Sui Pheng	Modeling a decision support tool for buildable and sustainable building envelope designs	2015	Australia Singapura	Estudo de caso	construção	Fuzzy set	Econômico ambiental Social	Construção
41	Younesi, Mojdeh Roghanian, Emad	A framework for sustainable product design : a hybrid fuzzy approach based on Quality Function Deployment for Environment	2015	Iran	Estudo de caso	Fabricante de transformadores industriais	DEMATEL FANP QFDE	Econômico Ambiental Social	Produto/Processo
42	Afshari, Hamid Peng, Qingjin Gu, Peihua	Reducing effects of design uncertainties on product sustainability	2016	China	Estudo de caso	Cadeira de rodas	-	Econômico Ambiental Social	Produto/Processo
43	Ashtiany, Mohammadali Shahi Alipour, Alireza	Integration Axiomatic Design with Quality Function Deployment and Sustainable design for the satisfaction of an airplane tail stakeholders	2016	Iran	Estudo de caso	Aviação	-	Econômico Ambiental	Produto/Processo
44	Chowdhury, Md. Maruf Hossan Quaddus, Mohammed A.	A multi-phased QFD based optimization approach to sustainable service design	2016	Australia	Estudo de caso	Saúde	-	Econômico Ambiental Social	Produto/Processo
45	Hassan, Mohd Fahrul Keat, Mok Khiaw Yunos, Muhamad Zaini Adzila, Sharifah Arifin, Ahmad Mubarak Tajul Rahman, Mohd Nasrull Abdol Haq, Reazul Haq Abdul	Investigation of existing laptop computer towards sustainable development using design for six sigma and design for disassembly	2016	Malasia	Estudo de caso	Eletrônicos	DFSS	Econômico Ambiental	Estratégico/organizacional



#	Autores	Título	Ano	País	Método	Setor	Ferramentas integradas ao QFD	Aspectos abordados	Foco
46	IGNATIUS, Joshua RAHMAN, Amirah YAZDANI, Morteza ŠAPARAUSKASc, Jonas HARON, Syarmila Hany	An integrated fuzzy ANP-QFD approach for green building assessment	2016	Malasya Espanha Lithuania	Estudo de caso	Construção civil	ANP	Econômico Ambiental	Produto/Processo
47	Raut, Rakesh D. Kamble, Sachin S. Jha, Manoj Kumar	An assessment of sustainable house using FST-QFD-AHP multi-criteria decision-making approach	2016	India	Estudo de caso	Construção civil	AHP	Econômico Ambiental Social	Estratégico/organizacional
48	Wood, Lincoln C Wang, Chen Abdul-Rahman, Hamzah Abdul-Nasir, Noor Syakirin Jamal	Green hospital design: integrating quality function deployment and end-user demands	2016	Australia Nova Zelândia Malasia	Estudo de caso	Construção	HOQGD (House of Quality Green Design)	Econômico Ambiental	Estratégico/organizacional
49	Bolar, Aman A. Tesfamariam, Solomon Sadiq, Rehan	Framework for prioritizing infrastructure user expectations using Quality Function Deployment (QFD)	2017	Canada	Estudo de caso	Manutenção	HMM (Hidden Markov model) FDM (Fuzzy Delphi Method)	Econômico Ambiental Social	Estratégico/organizacional
50	Hsu, Chih-hung Chang, An-yuan Luo, Wei	Identifying key performance factors for sustainability development of SMEs e integrating QFD and fuzzy MADM methods	2017	China	Survey	Indústria	FEAHP (Fuzzy Extent Analytic Hierarchy Process) TOPOSIS (Technique for Order Preference	Econômico Ambiental Social	Estratégico/organizacional
51	Lin, C.-T. Chang, Y.-H. Mi, C	Develop eco-friendly enterprise: Aligning enablers with strategy	2017	Taiwan China	Estudo de caso	Fabricação de componentes eletrônicos	Fuzzy QFD	Econômico Ambiental Social	Cadeia de suprimentos
52	Paul, Virendra Kumar Seth, Varun	Benchmarking and objective selection of technologies for housing in India using quality function deployment	2017	India	Estudo de caso	Habitação	Benchmarking	Econômico Ambiental Social	Habitação
53	Popoff, Alexandre Millet, Dominique	Sustainable life cycle design using Constraint Satisfaction Problems and Quality Function Deployment	2017	França	Estudo de caso	Transporte marítimo	CSP Eco-QFD	Econômico Ambiental Social	Produto/Processo



#	Autores	Título	Ano	País	Método	Setor	Ferramentas integradas ao QFD	Aspectos abordados	Foco
54	Sayadi, Samir Erraach, Yamna Parra-López, Carlos	Translating consumer's olive-oil quality-attribute requirements into optimal olive-growing practices: A quality function deployment (QFD) approach	2017	Espanha	Survey	Agropecuário	-	Econômico Ambiental Social	Estratégico/organizacional
55	Soota, Tarun	Integrated approach for sustainable product development using QFD and ANP	2017	India	Estudo de caso	Instrumentos de escrita	ANP (analytical Network Process)	Econômico Ambiental Social	Produto/Processo
56	Sousa-Zomer, Thayla T Cauchick Miguel, Paulo A	A QFD-based approach to support sustainable product-service systems conceptual design	2017	Brazil	Estudo de caso	projeto do sistema de compartilhamento de bicicletas	FAHP	Econômico Ambiental Social	Produto/Processo
57	Tavana, Madjid Yazdani, Morteza Caprio, Debora Di	An application of an integrated ANP-QFD framework for sustainable supplier selection	2017	USA Alemanha Espanha Canada Italia	Estudo de caso	Alimentício	ANP	Econômico Ambiental Social	Cadeia de suprimentos
58	Vinodh, S. Manjunatheshwara, K. J. Sundaram, S. Karthik Kirthivasan, Vishwesh	Application of fuzzy quality function deployment for sustainable design of consumer electronics products : a case study	2017	India	Estudo de caso	Fabricação de componentes eletrônicos	-	Econômico Ambiental Social	Produto/Processo
59	Yazdani, Morteza Chatterjee, Prasenjit Zavadskas, Edmundas Kazimieras Zolfani, Sarfaraz Hashemkhani	Integrated QFD-MCDM framework for green supplier selection	2017	Espanha India Lituania Iran	Estudo de caso	Alimentício	DEMATEL (decision-making trial and evaluation laboratory) COPRAS (complex proportional assessment) MOORA (multi-objective optimization on the basis of ratio analysis)	Econômico Ambiental Social	Cadeia de suprimentos



#	Autores	Título	Ano	País	Método	Setor	Ferramentas integradas ao QFD	Aspectos abordados	Foco
60	Azadnia, Amir Hossein Ghadimi, Pezhman	An Integrated Approach of Fuzzy Quality Function Deployment and Fuzzy Multi-Objective Programming to Sustainable Supplier Selection and Order Allocation	2018	Iran Ireland	Estudo de caso	Alimentício	AHP	Econômico Ambiental Social	Cadeia de suprimentos
61	Fargnoli, Mario Costantino, Francesco Gravio, Giulio Di Tronci, Massimo	Product service-systems implementation: A customized framework to enhance sustainability and customer satisfaction	2018	Italia	Estudo de caso	Saúde	SLCM LCA LCC	Econômico Ambiental	Estratégico/organizacional
62	Gupta, Alok Kumar Modi, Bharat A.	Selection of Sustainable Technology for VOC Abatement in an Industry : An Integrated AHP – QFD Approach	2018	India	Estudo de caso	ambiental	AHP	Econômico Ambiental	Produto/Processo
63	Ramezankhani, MJ Torabi, S Ali Vahidi, F	Supply chain performance measurement and evaluation : A mixed sustainability and resilience approach	2018	Iran	Estudo de caso	Automotivo	-	Econômico Ambiental Social	Cadeia de suprimentos
64	Salari, Meysam Bhuiyan, Nadia	A new model of sustainable product development process for making trade-offs	2018	Canada	Estudo de caso	Fabricante de lápis	-	Econômico Ambiental	Produto/Processo
65	Uztürk, Deniz Büyükoçkan, Gülçin	Stakeholder preference based 2-tuple integrated method for sustainable hospital design	2018	Turkey	Estudo de caso	Construção	-	Econômico Ambiental	Construção
66	Vahidi, F Torabi, S Ali Ramezankhani, MJ	Sustainable supplier selection and order allocation under operational and disruption risks	2018	Iran	Estudo de caso	Automotivo	Análise SWOT	Econômico Ambiental Social	Cadeia de suprimentos
67	Wu, Zhifeng Zhai, Senjing Hong, Jiangtao Zhang, Yibin Shi, Keren	Building sustainable supply chains for organizations based on QFD: A case study	2018	China	Estudo de caso	Indústria química	-	Econômico Ambiental Social	Cadeia de suprimentos
68	Chen, Zhen-song Martínez, Luis Chang, Jian-peng Wang, Xian-jia Xionge, Sheng-hua Chin, Kwai-Sang	Sustainable building material selection : A QFD- and ELECTRE III-embedded hybrid MCGDM approach with consensus building	2019	China Espanha	Estudo de caso	Construção	MCGDM (Multi-Criteria Group Decision Making)	Econômico Ambiental Social	Produto/Processo



#	Autores	Título	Ano	País	Método	Setor	Ferramentas integradas ao QFD	Aspectos abordados	Foco
69	Dania, Wike Agustin Prima Xing, Ke Amer, Yousef	Collaboration quality assessment for sustainable supply chains : benchmarking	2019	Indonesia Australia	Estudo de caso	Indústria alimentícia	FANP (Analytical Network Process) DEA (Data Envelopment Analysis)	Econômico Ambiental Social	Cadeia de suprimentos
70	Tadić, Snežana Krstić, Mladen Roso, Violeta Brnjac, Nikolina	Planning an Intermodal Terminal for the Sustainable Transport Networks	2019	Serbia Sweden Croatia	Estudo de caso	logístico	Delphi ANP (analytical Network Process)	Econômico Ambiental	Transporte
71	Vimal, K E K Vinodh, S Jayakrishna, K	Application of fuzzy QFD for improving the process sustainability characteristics: A case study	2019	India	Estudo de caso	Fabricação de componentes eletrônicos	Fuzzy QFD	Econômico Ambiental	Produto/Processo

Fonte: Elaborada pelos autores.

5 Conclusões

De acordo com os resultados da pesquisa, fica evidente que o tema QFD já vem sendo tratado sob a abordagem da sustentabilidade e que há uma tendência de que o aspecto social seja cada vez mais incorporado na ferramenta.

Existem diversas propostas e modelos de QFD, integrado ou não a outras ferramentas, cujo foco está amplamente voltado para Produto/Processo, Cadeia de suprimentos e Estratégia/organizacional, já sendo diversos os segmentos de aplicação prática.

No entanto, não há consenso sobre qual o método mais adequado. Com base nesses resultados, em contribuição para a teoria, surgem diversas questões de pesquisa para as quais ainda não há resposta na literatura, conforme apresentadas a seguir.

Uma vez que há um número considerável de trabalhos que propõem a utilização do QFD convencional, incorporando aspectos sustentáveis, e há também um número relevante de trabalhos que integram o QFD a outras ferramentas e abordagens, também considerando aspectos sustentáveis, é possível estabelecer a melhor estratégia?

Percebe-se uma quantidade significativa de trabalhos publicados com foco em Produto/Processo, Cadeia de suprimentos e Estratégia/organizacional, porém com propostas diversas. Existe um modelo de QFD, considerando os aspectos sustentáveis, capaz de ser aplicado eficientemente seja qual for o foco?

No mesmo sentido, diversos são os segmentos em que o QFD, de alguma forma, foi aplicado, considerando os aspectos sustentáveis, porém, novamente, as propostas são bastante diferentes. É possível desenvolver um modelo de QFD, considerando os aspectos sustentáveis, que atenda a qualquer segmento eficientemente?

Também ficou evidenciado que poucos autores utilizaram métodos diferentes do estudo de caso. Como recomendação para trabalhos futuros, pode-se considerar a utilização de outros métodos para estudar o tema e os modelos propostos pelos autores.

Além disso, a presente pesquisa também traz contribuições para a prática, pois constata a tendência e a importância de incorporar os aspectos da sustentabilidade ao QFD, uma ferramenta concebida primordialmente para traduzir as necessidades dos clientes em especificações técnicas de produto e processo.

Portanto, diante de um cenário em que cada vez mais as organizações se preocupam em incorporar estratégias voltadas à sustentabilidade, fica demonstrado que o QFD é uma ferramenta que pode auxiliar as organizações não só no atendimento às expectativas e necessidades dos clientes como também na busca pela sustentabilidade.



Como o QFD foi introduzido pela primeira vez por Akao em 1972 e ainda é um tema amplamente discutido, o volume de artigos encontrados é significativamente alto quando se utilizam as palavras-chave definidas nesta pesquisa, mesmo focando na sustentabilidade. Nesse sentido, foram estabelecidos alguns filtros de busca para viabilizar a pesquisa, como apresentado no capítulo três. No entanto, a impossibilidade de analisar os milhares de artigos que aparecem nas buscas quando não se utilizam os referidos filtros pode caracterizar uma limitação da presente pesquisa.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Universidade Nove de Julho – UNINOVE pelo apoio acadêmico na realização desta pesquisa.

Referências

- Afshari, H., Peng, Q., & Gu, P. (2016). Reducing effects of design uncertainties on product sustainability. *Cogent Engineering*, 115, 1–17. <https://doi.org/10.1080/23311916.2016.1231388>
- Akmal, A., N. Podgorodnichenko, R. Greatbanks, & A. M. Everett. (2018). Bibliometric Analysis of Production Planning and Control (1990–2016). *Production Planning & Control*, 29 (4): 1–19. <https://doi.org/10.1080/09537287.2018.1429030>
- Andres, A. 2009. *Measuring Academic Research: How to Undertake a Bibliometric Study*. Oxford: Chandos.
- Azadnia, A. H., & Ghadimi, P. (2018). An Integrated Approach of Fuzzy Quality Function Deployment and Fuzzy Multi-Objective Programming to Sustainable Supplier Selection and Order Allocation. *Journal of Optimization in Industrial Engineering*, 11(1), 1–22. <https://doi.org/10.22094/JOIE.2017.629.1405>
- Bardin, L. (1986). *El anàlisis de contenido*. [s.l.] Madrid. Ediciones Akal, Spain.
- Bereketli, I., & Genevois, M. E. (2013). An integrated QFDE approach for identifying improvement strategies in sustainable product development. *Journal of Cleaner Production*, 54, 188–198. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.03.053>
- Berketli, I., & Genevois, M. E. (2012). Environmental Impact Assessment in Sustainable Manufacturing : A Case Study. *Proceedings of the 14th IFAC Symposium on Information Control Problems in Manufacturing Bucharest*, 746–751. <https://doi.org/10.3182/20120523-3-RO-2023.00194>
- Bevilacqua, M., Ciarapica, F. E., & Giacchetta, G. (2008). Design for environment as a tool for the development of a sustainable supply chain. *International Journal of Sustainable Engineering*, 1(3), 188–201. <https://doi.org/10.1080/19397030802506657>

- Bolar, A. A., Tesfamariam, S., & Sadiq, R. (2017). Framework for prioritizing infrastructure user expectations using Quality Function Deployment (QFD). *International Journal of Sustainable Built Environment*, 6(1), 16–29. <https://doi.org/10.1016/j.ijsbe.2017.02.002>
- Brito, M. P.; & Van Der Laan, E. A. Supply chain management and sustainability: Procrastinating integration in mainstream research. *International engineering management conference proceedings*, v. 2, n. 4, p. 859–870, 2010. <https://doi.org/10.3390/su2040859>
- Bryman, A. (1989). *Rsearch methods and organization studies*. London: Unwin Hyman.
- Büyükköçkan, G, & Berkol, C. (2011). Designing a sustainable supply chain using an integrated analytic network process and goal programming approach in quality function deployment. *Expert Systems with Applications*, 38(11), 13731–13748. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2011.04.171>
- Büyükköçkan, Gülc, in, & I, G. C. ifc. (2013). An integrated QFD framework with multiple formatted and incomplete preferences : A sustainable supply chain application. *Applied Soft Computing*, 13, 3931–3941. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2013.03.014>
- Chan, L.K., & Wu, M.L. (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)
- Chen, Z., Martínez, L., Chang, J., Wang, X., & Xionge, S. (2019). Sustainable building material selection : A QFD- and ELECTRE III-embedded hybrid MCGDM approach with consensus building. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 85, 783–807. <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2019.08.006>
- Chowdary, B. V. (2014). Fuzzy QFD integrated CAD / CAE and DFE framework : enabler of sustainable product design practices. *International Journal Collaborative Enterprise*, 4(4), 278–298. <https://doi.org/10.1504/IJCENT.2014.066997>
- Chowdhury, M. H., Hossain, M., & Dewan, M. N. (2015). A framework for selecting optimal strategies to mitigate the corporate sustainability barriers. *Corporate Ownership & Control*, 13(1), 462–481. <https://doi.org/10.22495/cocv13i1c4p5>
- Chowdhury, Md. M. H., & Mohammed, A. Q. (2016) A multi-phased QFD optimization approach to sustainable service design. *International Journal of Production Economics*, 171, 165–178. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2015.09.023>
- Cooper, H. M., & Lindsay, J. J. (1998). Research synthesis and meta-analysis, In: Bickman, L.; Rog, D. J. *Handbook of applied social research methods*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications, 315–342.
- Costa, I. S., Oliveira Neto, G. C., & Leite, R. R. (2020). How does the use of PPC tools/activities improve eco-efficiency? A systematic literature review. *Production Planning & Control*, <https://doi.org/10.1080/09537287.2020.1743890>
- Dai, J., & Blackhurst, J. (2012). A four-phase AHP-QFD approach for supplier assessment: A sustainability perspective. *International Journal of Production Research*, 50(19), 5474–5490. <https://doi.org/10.1080/00207543.2011.639396>
- Dania, W. A. P., Xing, K., & Amer, Y. (2019). Collaboration quality assessment for sustainable supply chains: benchmarking. *Benchmarking: An International Journal*, 26(5), 1469–1498. <https://doi.org/10.1108/BIJ-03-2018-0070>



- Desai, A., & Thomassian, J.-C. (2009). Curriculum development on a " sustainability " major using quality function deployment (QFD) techniques. *American Society for ngingering Education*. <https://doi.org/10.18260/1-2--5694>
- Devanathan, S., Ramanujan, D., Bernstein, W. Z., Zhao, F., & Ramani, K. (2010). Integration of Sustainability Into Early Design Through the Function Impact Matrix. *Journal of Mechanical Design*, 132. <https://doi.org/10.1115/1.4001890>
- Erthal, A., & L. Marques. (2018). National Culture and Organisational Culture in Lean Organisations: A Systematic Review. *Production Planning & Control* 29(8), 1–19. <https://doi.org/10.1080/09537287.2018.1455233>.
- Fargnoli, M., Costantino, F., Gravio, G. Di, & Tronci, M. (2018). Product service-systems implementation : A customized framework to enhance sustainability and customer satisfaction. *Journal of Cleaner Production*, 188, 387–401. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.03.315>
- Feretti, I., Zanoni, S., Zavanella, L., & Diana, A. (2007). Greening the aluminum supply chain. *International Journal of Production Economics*, 108, 236–245. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2006.12.037>
- Francis, F., & Francis, F. (2012). The elaboration process – an approach for sustainable product development : a case study. *International Journal of Sustainable Engineering*, 5(3), 199-207. <https://doi.org/10.1080/19397038.2012.656730>
- Godin, B. (2006). On the Origins of Bibliometrics. *Scientometrics* 68 (1): 109–133. <https://doi.org/10.1007/s11192-006-0086-0>
- Gupta, A. K., & Modi, B. A. (2018). Selection of Sustainable Technology for VOC Abatement in an Industry : An Integrated AHP – QFD Approach. *Journal of The Institution of Engineers (India): Series A*, 99(3), 565–578. <https://doi.org/10.1007/s40030-018-0294-7>
- Halog, A. (2004). An approach to selection of sustainable product improvement alternatives with data uncertainty. *The Journal of Sustainable Product Design*, 4, 3–19. <https://doi.org/10.1007/s10970-006-0002-y>
- Halog, A., Schultmann, F., & Rentz, O. (2001). Using quality function deployment for technique selection for optimum environmental performance improvement. *Journal of Cleaner Production*, 9(5), 387–394. [https://doi.org/10.1016/S0959-6526\(00\)00080-9](https://doi.org/10.1016/S0959-6526(00)00080-9)
- Hassan, M. F., Keat, M. K., Yunos, M. Z., Adzila, S., Arifin, A. M. T., Rahman, M. N. A., & Haq, R. H. A. (2016). Investigation of existing laptop computer towards sustainable development using design for six sigma and design for disassembly. *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, 11(12), 7683–7688. <https://www.researchgate.net/publication/305373591>
- Hsu, C., Chang, A., & Luo, W. (2017). Identifying key performance factors for sustainability development of SMEs e integrating QFD and fuzzy MADM methods. *Journal of Cleaner Production*, 161, 629–645. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.05.063>

- Huo, L. (2012). Study on Multi-criteria Evaluation for Selecting Sustainable Protective Packaging System. *Applied Mechanics and Materials*, 200, 613–616. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.200.613>
- Huo, L., & Saito, K. (2010). Sustainability Assessment for Optimizing Logistics-oriented Protective Packaging Design. *Pacific Journal of Science and Technology*, 19. <http://www.spstj.jp/publication/thesis/vol19/Vol19No3-2.pdf>
- Ignatius, J., Rahman, A., Yazdani, M., Šaparauskasc, J., & Haron, S. H. (2016). An integrated fuzzy ANP–QFD approach for green building assessment. *Journal of Civil Engineering and Management*, 22(4), 551–563. <https://doi.org/10.3846/13923730.2015.1120772>
- Kumar, R. (2011). *Research methodology – a step-by-step guide for beginners*. 3.ed. Sage, London.
- Kumar, A., & Bharat, G. (2018). Selection of Sustainable Technology for VOC Abatement in an Industry : An Integrated AHP – QFD Approach. *Journal of The Institution of Engineers (India): Series A*. <https://doi.org/10.1007/s40030-018-0294-7>
- Lam, J. S. L., & Lai, K.-H. (2015). Developing environmental sustainability by ANP-QFD approach: The case of shipping operations. *Journal of Cleaner Production*, 105, 275–284. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.09.070>
- Lam, J. S. L., & Dai, J. (2015). Environmental sustainability of logistics service provider : an ANP-QFD approach. *International Journal of Logistics Management*, 26(2), 313–333. <https://doi.org/10.1108/IJLM-08-2013-0088>
- Lee, A. H. I., Kang, H.-Y., Hsu, C.-F., & Hung, H.-C. (2009). A green supplier selection model for high-tech industry. *Expert Systems with Applications*, 36(4), 7917–7927. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2008.11.052>
- Lin, C.-T., Chang, Y.-H., & Mi, C. (2017). Develop eco-friendly enterprise: Aligning enablers with strategy. *Sustainability (Switzerland)*, 9(4). <https://doi.org/10.3390/su9040570>
- Lin, Y., Cheng, H., Tseng, M., & Tsai, J. C. C. (2010). Using QFD and ANP to analyze the environmental production requirements in linguistic preferences. *Expert Systems With Applications*, 37(3), 2186–2196. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2009.07.065>
- Linton, J. D., Klassen, R., & Jayaraman, V. (2007). Sustainable supply chains: An introduction. *Journal of Operations Management*, 25(6), 1075–1082. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2007.01.012>
- Locatelli, G., & Mancini, M. (2013). Sustainability in the power plant choice. *International Journal of Business Innovation and Research*, 7(2), 209–227. <https://doi.org/10.1504/IJBIR.2013.052579>
- Marconi, M. A., Lakatos, E. M. (2010). *Fundamentos de metodologia científica*. 7. ed. Atlas, São Paulo.
- Marx, Â. M., Echeveste, M. E. S., & Paula, I. C. de. (2011). Desdobramento da função qualidade aplicado ao projeto de um detergente sustentável. *Produção*, 21(4), 724–741. <https://doi.org/10.1590/S0103-65132011005000057>
- Mayyas, A. T., & Omar, M. A. (2012). Eco-material selection assisted with decision-making tools, guided by product's attributes; Functionality and manufacturability. *International Journal of*



- Materials and Structural Integrity*, 6(2–4), 190–219.
<https://doi.org/10.1504/IJMSI.2012.049955>
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., & Altman, D. G. (2009). Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *Journal of Clinical Epidemiology*, 62(10), 1006–1012. <https://doi.org/10.1136/bmj.b2535>
- Ojanen, V., Ahonen, T., Reunanen, M., & Hanski, J. (2012). Towards availability and sustainability in customer value assessment of asset management services. *International Journal of Innovation and Sustainable Development*, 6(4), 368–391. <https://doi.org/10.1504/IJISD.2012.050866>
- Oliveira Neto, G. C. de, Pinto, L. F. R., Amorim, M. P. C., Giannetti, B. F., & Almeida, C. M. V. B. de. (2018). A framework of actions for strong sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 196, 1629–1643. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.06.067>
- Parra-López, C, Groot, J. C. J., Carmona-Torres, C., & Rossing, W. A. H. (2008). Integrating public demands into model-based design for multifunctional agriculture: An application to intensive Dutch dairy landscapes. *Ecological Economics*, 67(4), 538–551.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.01.007>
- Paul, V. K., & Seth, V. (2017). Benchmarking and Objective Selection of Technologies for Housing in India Using Quality Function Deployment. *Journal of Construction in Developing Countries*, 22(1) 63–78. <https://doi.org/10.21315/JCDC2017.22.SUPP1.4>
- Peruzzini, M., Marilungo, E., & Germani, M. (2015). Structured requirements elicitation for product-service system. *International Journal of Agile Systems and Management*, 84(834), 189–218.
<https://doi.org/10.1504/IJASM.2015.073516>
- Popoff, A., & Millet, D. (2017). Sustainable Life Cycle Design Using Constraint Satisfaction Problems and Quality Function Deployment. In T. S. Umeda Y. Kondoh S. (Ed.), *Procedia CIRP*, 61, 75–80. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.11.147>
- Pritchard, A. (1969). Statistical Bibliography or Bibliometrics. *Journal of Documentation*, 25, 348–349.
<https://doi.org/10.1108/eb026482>.
- Ramos-Rodríguez, A.-R., & Ruiz-Navarro, J. (2004). Changes in the Intellectual Structure of Strategic Management Research: A Bibliometric Study of the Strategic Management Journal, 1980–2000. *Strategic Management Journal*, 25(10), 981–1004. <https://doi.org/10.1002/smj.397>.
- Ramezankhani, M. J., Torabi, S. A., & Vahidi, F. (2018). Supply chain performance measurement and evaluation : A mixed sustainability and resilience approach. *Computers & Industrial Engineering*, 126(June), 531–548. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2018.09.054>
- Rathod, G., Vinodh, S., & Madhyasta, U. R. (2011). Integration of ECQFD and LCA for enabling sustainable product design in an electric vehicle manufacturing organisation. *International Journal of Sustainable Engineering*, 4(3), 202–214.
<https://doi.org/10.1080/19397038.2010.547624>
- Raut, R. D., Kamble, S. S., & Jha, M. K. (2016). An assessment of sustainable house using FST-QFD-AHP multi-criteria decision-making approach. *International Journal of Procurement Management*, 9(1), 86–122. <https://doi.org/10.1504/IJPM.2016.073390>

- Rocha, A. C. R., Camargo, C. R., Kneipp, J. M., Avila, L. V., Gomes, C. M., & Madruga, L. R. R. G. (2012). Gestão Para a Sustentabilidade na Indústria Mineral: Um Levantamento da Produção Científica e Dos Hot Topics Publicados na Última Década. *Revista Estudos Do CEPE* 36 (2): 228–251. <https://doi.org/10.17058/cepe.v0i0.3119>
- Romli, A., Prickett, P., Setchi, R., & Soe, S. (2015). Integrated eco-design decision-making for sustainable product development. *International Journal of Production Research*, 53(2), 549–571. <https://doi.org/10.1080/00207543.2014.958593>
- Salari, M., & Bhuiyan, N. (2018). A new model of sustainable product development process for making trade-offs. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 94(1–4), 1–11. <https://doi.org/10.1007/S00170-016-9349-Y>
- Sayadi, S., Erraach, Y., & Parra-López, C. (2017). Translating consumer's olive-oil quality-attribute requirements into optimal olive-growing practices: A quality function deployment (QFD) approach. *British Food Journal*, 119(1), 190–214. <https://doi.org/10.1108/BFJ-05-2016-0228>
- Scott, J. A., Ho, W., & Dey, P. K. (2013). Strategic sourcing in the UK bioenergy industry. *Intern. Journal of Production Economics*, 146(2), 478–490. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2013.01.027>
- Shahi, M., & Alipour, A. (2016). Integration Axiomatic Design with Quality Function Deployment and Sustainable design for the satisfaction of an airplane tail stakeholders. *Procedia CIRP*, 53, 142–150. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.06.102>
- Singhaputtangkul, N., & Low, S. P. (2015). Modeling a Decision Support Tool for Buildable and Sustainable Building Envelope Designs. *Buildings*, 5, 521–535. <https://doi.org/10.3390/buildings5020521>
- Siu, J., & Lam, L. (2015). Designing a sustainable maritime supply chain : A hybrid QFD – ANP approach. *Transportation Research Part E*, 78, 70–81. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2014.10.003>
- Siu, J., Lam, L., & Lai, K. (2015). Developing environmental sustainability by ANP-QFD approach : the case of shipping operations. *Journal of Cleaner Production*, 105, 275–284. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.09.070>
- Soota, T. (2017). Integrated approach for sustainable product development using QFD and ANP. *International Journal of Industrial and Systems Engineering*, 25(1), 59–75. <https://www.inderscienceonline.com/doi/abs/10.1504/IJISE.2017.080688?journalCode=ijise>
- Sousa-Zomer, T. T., & Cauchick Miguel, P. A. (2017). A QFD-based approach to support sustainable product-service systems conceptual design. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 88(1–4), 701–717. <https://doi.org/10.1007/s00170-016-8809-8>
- Tadić, S., Krstić, M., Roso, V., & Brnjac, N. (2019). Planning an intermodal terminal for the sustainable transport networks. *Sustainability (Switzerland)*, 11(15). <https://doi.org/10.3390/su11154102>
- Tavana, M., Yazdani, M., & Di Caprio, D. (2017). An application of an integrated ANP-QFD framework for sustainable supplier selection. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 20(3), 254–275. <https://doi.org/10.1080/13675567.2016.1219702>



- Thomé, A. M. T., Scavarda, L. F. & Scavarda, A. J. (2016). Conducting Systematic Literature Review in Operations Management. *Production Planning & Control*, 27(5), 408–420. <https://doi.org/10.1080/09537287.2015.1129464>
- Utne, I. B. (2009). Improving the environmental performance of the fishing fleet by use of Quality Function Deployment (QFD). *Journal of Cleaner Production*, 17(8), 724–731. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2008.11.005>
- Uztürk, D., & Büyüközkan, G. (2018). Stakeholder preference based 2-tuple integrated method for sustainable hospital design. *Proceedings of the World Congress on Engineering*, 2, 441–446. http://www.iaeng.org/publication/WCE2018/WCE2018_pp441-446.pdf
- Vahidi, F., Torabi, S. A., & Ramezankhani, M. J. (2018). Sustainable supplier selection and order allocation under operational and disruption risks. *Journal of Cleaner Production*, 174, 1351–1365. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.012>
- Verbeek, A., Debackere, K., Luwel, M., & Zimmermann, E. (2002). Measuring Progress and Evolution in Science and Technology – I: The Multiple Uses of Bibliometric Indicators. *International Journal of Management Reviews*, 4(2), 179–211. <https://doi.org/10.1111/1468-2370.00083>
- Vimal, K. E. K., Vinodh, S., & Jayakrishna, K. (2019). Application of fuzzy QFD for improving the process sustainability characteristics: A case study. *International Journal of Services and Operations Management*, 32(2), 173–201. <https://doi.org/10.1504/IJSOM.2019.097528>
- Vinodh, S., Manjunatheshwara, K. J., Sundaram, S. K., & Kirthivasan, V. (2017). Application of fuzzy quality function deployment for sustainable design of consumer electronics products : a case study. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 19(4), 1021–1030. <https://doi.org/10.1007/s10098-016-1296-7>
- Vinodh, S., Mulanjur, G., & Thiagarajan, A. (2013). Sustainable concept selection using modified fuzzy TOPSIS : a case study. *International Journal of Sustainable Engineering*, 6(2), 109–116. <https://doi.org/10.1080/19397038.2012.682100>
- Vinodh, S., & Srikrishna, J. (2012). Application of fuzzy logic-based Eco-QFD for a disconnecting switch. *International Journal of Sustainable Engineering*, 5(2), 109–119. <https://doi.org/10.1080/19397038.2011.569582>
- Vinodh, S, & Chintha, S. K. (2011). Application of fuzzy QFD for enabling sustainability, *International Journal of Sustainable Engineering*, 4(4), 313-322. <https://doi.org/10.1080/19397038.2010.536853>
- Vinodh, S, Kamala, V., & Jayakrishna, K. (2014). Integration of ECQFD, TRIZ, and AHP for innovative and sustainable product development. *Applied Mathematical Modelling*, 38(11–12), 2758–2770. <https://doi.org/10.1016/j.apm.2013.10.057>
- Vinodh, S, & Rathod, G. (2010). Integration of ECQFD and LCA for sustainable product design. *Journal of Cleaner Production*, 18(8), 833–842. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2009.12.024>
- Vinodh, S, & Rathod, G. (2011). Application of ECQFD for enabling environmentally conscious design and sustainable development in an electric vehicle. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 13(2), 381–396. <https://doi.org/10.1007/s10098-010-0317-1>

- 
- Vinodh, S., & Jayakrishna, K. (2014). Development of integrated ECQFD, LCA and sustainable analysis model: A case study in an automotive component manufacturing organization. *Journal of Engineering, Design and Technology*, 12(1), 102–127. <https://doi.org/10.1108/JEDT-07-2011-0052>
- Wolniak, E. R., & S, edek, A. (2008). Using QFD method for the ecological designing of products and services. *Quality and Quantity*, 695–701. <https://doi.org/10.1007/s11135-007-9160-9>
- Wood, L. C., Wang, C., Abdul-rahman, H., Syakirin, N., & Abdul-nasir, J. (2016). Green hospital design : integrating quality function deployment and end-user demands. *Journal of Cleaner Production*, 112, 903–913. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.08.101>
- Wu, Z., Zhai, S., Hong, J., Zhang, Y., & Shi, K. (2018). Building sustainable supply chains for organizations based on QFD: A case study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(12). <https://doi.org/10.3390/ijerph15122834>
- Yang, C., Huang, R., & Ke, W. (2012). Applying QFD to build green manufacturing system. *Production Planning & Control: The Management of Operations*, 23(2-3), 145-159. <https://doi.org/10.1080/09537287.2011.591632>
- Yazdani, M., Chatterjee, P., & Kazimieras, E. (2017). Integrated QFD-MCDM framework for green supplier selection. *Journal of Cleaner Production*, 142, 3728–3740. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.10.095>
- Younesi, M., & Roghanian, E. (2015). A framework for sustainable product design : a hybrid fuzzy approach based on Quality Function Deployment for Environment. *Journal of Cleaner Production*, 108, 385–394. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.028>
- Zhang, L., Zhan, Y., Liu, Z. F., Zhang, H. C., & Li, B. B. (2011). Development and analysis of design for environment oriented design parameters. *Journal of Cleaner Production*, 19, 1723-1733. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.06.012>
- Zhang, Z., & Awasthi, A. (2014). Modelling customer and technical requirements for sustainable supply chain planning. *International Journal of Production Research*, 52(17), 5131–5154. <https://doi.org/10.1080/00207543.2014.899717>