

APLICAÇÃO DO QFD PARA SUPORTE A GESTÃO DE CADEIA DE SUPRIMENTOS: LEVANTAMENTO TEÓRICO

Fernanda Paes Arantes*
Emanoela Moura Toscano*

*Universidade Estácio de Sá, São Luiz/MA, Brasil

Resumo

A gestão da cadeia de suprimentos (SCM) exige das empresas uma reestruturação organizacional, integrando suas atividades com os demais membros a fim de aumentar a eficiência nos processos. A utilização de ferramentas de outras áreas tem sido proposta para auxiliar no alinhamento dos fluxos ao longo da cadeia, entre elas destaca-se o QFD, que permite traduzir demandas logísticas em características de processos correspondentes, proporcionando rapidez e eficiência na comunicação entre os membros. Assim, o presente artigo objetiva fazer uma análise teórica das publicações de SCM que utilizaram QFD, identificando como este método pode contribuir para a SCM. Identificou-se que a utilização do QFD pode ser dividida em quatro abordagens: ao longo da cadeia de suprimentos, em um membro isolado, para toda a cadeia, e em um elo. As aplicações em diferentes contextos da SCM indicam que existem muitas possibilidades para esta combinação, reduzindo importantes lacunas no conhecimento desta área.

Palavras-chave: gestão da cadeia de suprimentos, qualidade, QFD.

Abstract

Supply chain management (SCM) requires an organizational company from companies, integrating their activities with other members in order to increase the efficiency of processes. The use of tools from other areas has been proposed to assist in the alignment of flows along the chain, among them QFD stands out, which allows translating logistical demands into correspondent characteristics, providing speed and efficiency in communication between members. Thus, this article aims to make a theoretical analysis of SCM publications that used the QFD, identifying how this method can contribute to a SCM. It was identified that the use of QFD can be divided into four approaches: along the supply chain, in an isolated member, for the whole chain, and in a link. The applications in different contexts of SCM indicate that there are many possibilities for this combination, important gaps in knowledge in this area.

Keywords: supply chain management, quality, QFD.

Resumen

La gestión de la cadena de suministro (SCM) requiere una empresa organizativa de las empresas, integrando sus actividades con las de otros miembros para aumentar la eficiencia de los procesos. Se ha propuesto el uso de herramientas de otras áreas para ayudar en la alineación de los flujos a lo largo de la cadena, entre las que se destaca el QFD, que permite traducir las demandas logísticas en las características correspondientes, brindando rapidez y eficiencia en la comunicación entre los integrantes. Así, este artículo tiene como objetivo hacer un análisis teórico de las publicaciones de SCM que utilizaron el QFD, identificando cómo este método puede contribuir a un SCM. Se identificó que el uso de QFD se puede dividir en cuatro enfoques: a lo largo de la cadena de suministro, en un miembro aislado, para toda la cadena y en un eslabón. Las aplicaciones en diferentes contextos de SCM indican que existen muchas posibilidades para esta combinación, importantes lagunas de conocimiento en esta área.

Palabras clave: gestión de la cadena de suministro, calidad, QFD. proporcionados por el sector.

1. INTRODUÇÃO

SCM exige das empresas uma reestruturação organizacional, integrando suas atividades com os demais membros, buscando aumentar a eficiência no processo de gestão, a fim de entregar um produto final que traga maior satisfação para os clientes. Isto leva à necessidade de usar métodos que auxiliem no gerenciamento ao longo da cadeia, alinhando as ações entre os membros, para que se possa atingir o objetivo de aumentar a satisfação do cliente final. O uso de métodos conhecidos de outras áreas, como o QFD (*Quality Function Deployment – QFD*), podem auxiliar bastante neste processo, trazendo novos conceitos para a SCM (MAROÚSEK, 2013).

QFD é um método desenvolvido para garantir a qualidade dos produtos, desde a fase de projeto, utilizado também no desenvolvimento de serviços (CARNEVALLI; SASSI; MIGUEL, 2004). Consiste, basicamente, em traduzir as necessidades dos clientes em requisitos técnicos, através da utilização de matrizes, priorizando os aspectos mais valorizados por eles. Este método permite traduzir demandas logísticas em características de processos correspondentes, que podem ser mensurados e melhorados potencialmente (PAN, 2012), criando saídas focadas e sensíveis às necessidades dos clientes (KARSAK; DURSUN, 2014). Ao converter os requisitos dos clientes em requisitos técnicos, proporciona rapidez de comunicação entre os membros da cadeia de suprimentos (KARSAK; DURSUN, 2014; TIDWELL; SUTTERFIELD, 2012).

A utilização do QFD considerando a ótica da SCM pode levar ao desenvolvimento de produtos melhores, aumentando os ganhos para toda a cadeia, uma vez que a qualidade final de um produto não depende apenas de uma única empresa, mas do comprometimento dos membros da cadeia de suprimentos em entregar um produto adequado às necessidades do consumidor, pois partes do produto entregue são produzidas por outras empresas.

Neste contexto, este artigo tem como objetivo realizar uma análise teórica das publicações de SCM que utilizaram QFD, identificando como este método pode contribuir para

o aumento da eficiência das cadeias e suprimentos e avanço no conhecimento desta área.

2. GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS (SCM)

A SCM deve ser focada em uma reestruturação organizacional, com ações que vão além da otimização das atividades internas, integrando-se a empresa foco com seus membros a montante e a jusante para que seja possível sincronizar e controlar todos os fluxos envolvidos (FROHLICH; WESTBROOK, 2001; RICH; HINES, 1997), deixando de ser uma forma de proteção onde se buscava apenas evitar as interrupções, com as empresas funcionando isoladamente, para ser uma estratégia na obtenção de vantagem competitiva.

SCM não se trata de uma relação linear, mas de múltiplos negócios e relacionamentos, sendo considerada uma tarefa difícil e desafiadora. É preciso ter foco no cliente, liderança de gestão, compartilhamento de informações, gestão dos fornecedores, dos recursos humanos, do projeto e dos processos (MENTZER *et al.*, 2001; OU *et al.*, 2010). Além de uma atitude única para gerir de maneira eficiente todos os fluxos que fazem parte de uma cadeia de suprimentos (TOLOIE-ESHLAGHI; ASADOLLAHI; POOREBRAHIMI, 2011).

A adoção de práticas relacionadas à filosofia da cadeia de suprimentos faz com que as empresas desenvolvam habilidades e aprendam a integrar seus processos técnicos e sociais, melhorando o seu desempenho (CHOW *et al.*, 2008). Entre os benefícios estão redução de estoque, melhoria nos serviços de entrega e redução do ciclo de desenvolvimento do produto (FAWCETT; MAGNAN; MCCARTER, 2008).

No entanto, a maior proximidade dos parceiros na cadeia de suprimentos aumenta a dependência entre eles, sendo necessário, identificar, avaliar, gerenciar e monitorar os riscos a que estão expostos (RANGEL; OLIVEIRA; LEITE, 2014). Sendo assim, é preciso empregar métodos práticos, que auxiliem as empresas no gerenciamento dos fluxos a montante e a jusante na cadeia de suprimentos, alinhando os interesses de todos os membros.

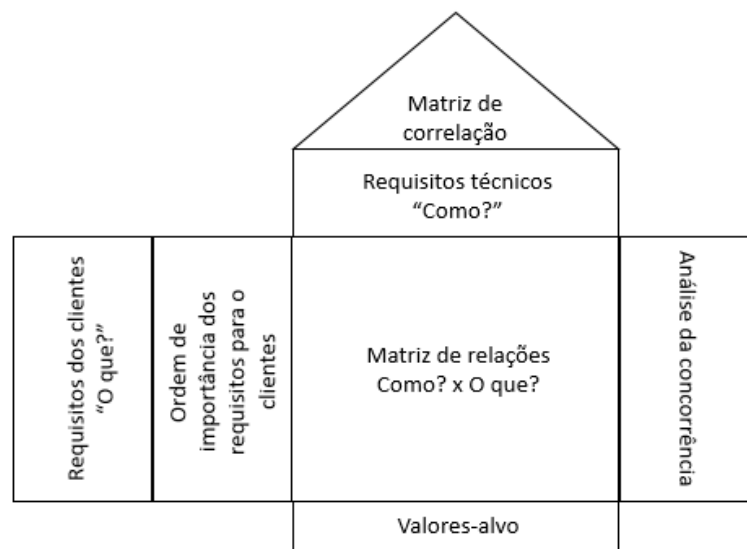
3. DESDOBRAMENTO DA FUNÇÃO QUALIDADE (QFD)

O QFD destaca-se por ser um procedimento estruturado, que tem sido amplamente utilizado para converter aspectos qualitativos em condições de produção quantitativa, podendo ser empregado em outras áreas que exigem decisão estruturada (TIDWELL; SUTTERFIELD, 2012). Suas aplicações seguem duas linhas teóricas distintas (CARDOSO; CASAROTTO FILHO; MIGUEL, 2015). A primeira é conhecida como o método das 4 ênfases, proposto por Akao (1990), onde as matrizes são desenvolvidas focando na qualidade, tecnologia, confiabilidade e custos. A segunda, é o método das 4 fases, proposto por Hauser e Clausing (1988), no qual são elaboradas quatro matrizes: casa da qualidade, planejamento dos componentes, planejamento do processo e planejamento da produção. No entanto, a grande maioria das pesquisas utilizam apenas a primeira matriz, denominada *House of Quality* (HOQ), ilustrada na Figura 1, que consiste na identificação dos requisitos dos clientes, definindo prioridades, traduzindo-as em especificações técnicas de projeto, de modo a satisfazer as suas necessidades (SOHN; CHOI, 2001).

A baixa utilização dos desdobramentos do QFD se deve à complexidade atribuída ao

método, devido à falta de conhecimento das equipes em relação ao seu funcionamento, resultando em um grande número de aplicações que se limitam apenas à matriz da qualidade (CARNEVALLI; MIGUEL, 2007; KUBOTA; MIGUEL, 2013), o que não consiste propriamente em um problema, mas limita os benefícios do método (CARNEVALLI *et al.*, 2004; FORMÁGGIO; MIGUEL, 2009).

Figura 1 - Casa da Qualidade



Fonte: MAROUŠEK (2013)

A forma como o QFD é utilizado depende do que se espera do método. Se o objetivo é apenas identificar o posicionamento da empresa em relação aos seus concorrentes, pode-se usar apenas a casa da qualidade, mas se busca uma forma estruturada para o desenvolvimento de novos produtos, o QFD deve ser mais completo (FORMÁGGIO; MIGUEL, 2009). No entanto, iniciar a utilização do QFD já na sua forma completa pode ser um pouco complicado, sendo assim, recomenda-se que os desdobramentos sejam feitos de forma gradativa, a medida em que a empresa vai ganhando familiaridade com a aplicação do método (CARNEVALLI *et al.*, 2004).

HOQ permite identificar os fatores que afetam o desempenho de um bem ou serviço sob a ótica do cliente, possibilitando a avaliação de eventuais lacunas em relação a percepção da empresa (BOTTANI; RIZZI, 2006). Nesta matriz, os requisitos dos clientes são colocados nas linhas, identificando o nível de prioridade dado a cada um deles. Estas informações são relacionadas com os requisitos técnicos do produto, permitindo atender melhor as necessidades dos clientes. Do lado direito, os dados de referência para cada necessidade dos clientes são confrontados com os dados da concorrência, para obter uma visão geral, e na parte de baixo são registrados os valores-alvo para a empresa (MAROUŠEK, 2013).

A identificação dos clientes é o primeiro ponto a ser definido na utilização do método. Em seguida, são estabelecidos o processo de coleta e gestão dos dados. A determinação do grau de importância de cada informação incluída nas matrizes é uma parte importante no seu desenvolvimento e a falta de cuidado nesta etapa pode prejudicar o resultado final, podendo

levar a um produto final diferente do ideal (GUNASEKARAN *et al.*, 2006; TANIK, 2010; TIDWELL; SUTTERFIELD, 2012). Para evitar este tipo de problema, algumas técnicas costumam ser combinadas ao QFD, tais como lógica *fuzzy*, AHP, FMEA, entre outros.

Entre os benefícios do uso do QFD, podem ser citados: melhoria na confiabilidade, redução no número de alterações, tempo e custos do projeto, auxílio à tomada de decisão e definição de prioridades, criação de equipes multifuncionais, aumento e preservação do conhecimento da empresa, maior satisfação do cliente (CARNEVALLI *et al.*, 2004).

Além do desenvolvimento de produtos e serviços, o QFD é também um método bastante eficiente na análise de correlação de informações, definição de tarefas claras e precisas, melhorar a eficácia na utilização de recursos etc. (TIDWELL; SUTTERFIELD, 2012), tendo seu uso expandido para áreas como planejamento, tomada de decisão, engenharia, gestão, trabalho em equipe, tempo e custo, não havendo limites para suas potenciais aplicações (CHAN; WU, 2002). Dessa forma, suas aplicações evoluíram consideravelmente, contribuindo não apenas com a prática, mas também com o avanço teórico de diversas áreas, dado sua eficácia em traduzir as necessidades das partes interessadas em requisitos de um projeto (SCHELLER; MIGUEL, 2012).

Na SCM foram identificadas diversas pesquisas que utilizaram o QFD de maneiras diferentes, abordando problemas diversos. A forma de identificação e análise destas pesquisas é apresentado a seguir.

4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Inicialmente, foi definido o objetivo da pesquisa de identificar as contribuições do QFD para a SCM, através de uma revisão da literatura disposta nas principais bases de dados para a área de gestão da produção: *Scopus* e *ISI Web of Knowledge*. Com as palavras-chave QFD OR “*quality function deployment*” AND “*supply chain*”, localizadas no título, resumo ou palavras-chave. A busca nestas bases resultou em 130 publicações que passaram por alguns filtros, conforme apresentados na Figura 2, chegando ao total de 42 artigos para análise de conteúdo.

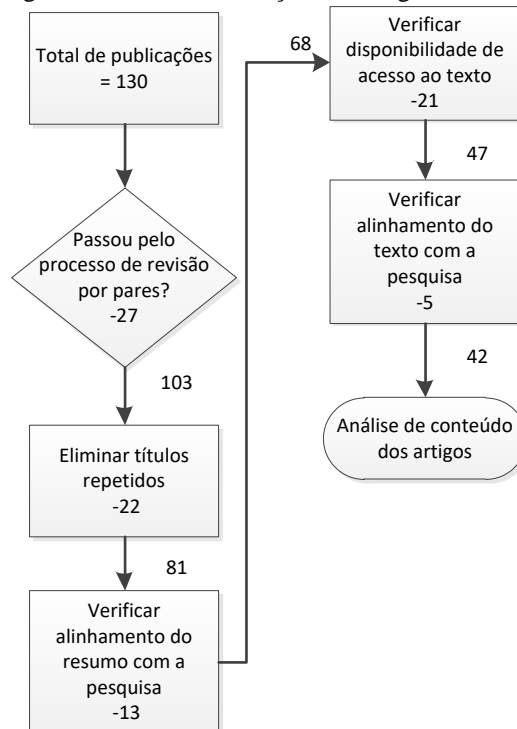
O método de análise de conteúdo auxilia na interpretação dos textos, classificando e organizando o conteúdo em categorias, identificando temas e padrões, possuindo três abordagens básicas: convencional, direcionada e sumativa (HSIEH; SHANNON, 2005). Na convencional, os códigos de classificação do conteúdo são definidos pelo pesquisador durante o processo de leitura dos textos. Na direcionada os códigos derivam da teoria e podem ser ampliados ou ajustados durante a análise dos textos. Na sumativa são identificadas e quantificadas determinadas palavras-chave buscando compreender a sua utilização.

Independentemente da abordagem utilizada, a análise de conteúdo ocorre em três fases: a preparação, que começa com a seleção da unidade de análise; a organização, definindo a forma que os dados serão organizados; e a elaboração do relatório após a leitura a análise de todo o conteúdo selecionado (ELO; KYNGAES, 2008).

A abordagem mais adequada para esta pesquisa é a análise de conteúdo convencional, pois não existem agrupamentos pré-determinados para o tema. A preparação consistiu na seleção das bases de dados, das palavras-chave utilizadas na busca e definição dos filtros do banco de artigos bruto. Na etapa de organização foi realizada a análise descritiva, fazendo uma análise quantitativa superficial dos artigos selecionados e definido o processo de leitura e separação da

informação contida nos mesmos, finalizando com a construção deste texto onde são apresentados os resultados do processo.

Figura 2 - Processo a seleção dos artigos revisados



Fonte: Elaborado pelos autores

5. CONTRIBUIÇÕES DO QFD PARA A GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS

O QFD surgiu da identificação da importância de atender as necessidades dos clientes e aumentar o nível de satisfação deles, para que a empresa se mantenha no mercado. Da mesma forma, a SCM surgiu da necessidade de alinhar os processos desde a origem da matéria-prima até o consumidor final, para atender a demanda dos consumidores da melhor forma possível, agregando valor aos produtos e gerando maiores ganhos para todos os membros da cadeia de suprimentos.

Alinhar as atividades de diversas empresas para atingir um objetivo comum é uma tarefa bastante complexa, que envolve diversas subdivisões da SCM, entre elas estão a integração dos processos internos às empresas e integração com fornecedores e clientes; a seleção dos fornecedores adequados que garantam o fluxo contínuo e permitam manter o padrão de qualidade; agilidade e flexibilidade da cadeia de suprimentos para responder rapidamente às variações do mercado. A eficiência da SCM também depende de um bom nível de comunicação entre os membros, que envolve a utilização da tecnologia da informação para tornar a troca de informações mais rápida e confiável. Além disso, gestão de riscos, sustentabilidade e avaliação de desempenho são outras ações que devem ser realizadas para garantir o melhor resultado possível.

Para cada um dos temas citados, foram encontradas pesquisas com aplicações do QFD, demonstrando a grande aplicabilidade para a melhoria dos processos da cadeia de suprimentos.

A Tabela 1 relaciona a quantidade de pesquisas realizadas sobre cada tema. Os que mais se destacam são: integração, com 15 artigos, e seleção de fornecedores, com 10 artigos.

Tabela 1 – Subdivisões da SCM abordadas

Tema	Quant
Seleção de fornecedores	10
Gestão da cadeia de suprimentos verde	9
Integração	15
Agilidade	4
TI	2
Cadeia de suprimentos enxuta	1
Risco	1
Total	42

Fonte: Elaborado pelos autores com base na busca e análise bibliográfica

Uma das razões para se buscar a integração da cadeia de suprimentos é garantir que a matéria-prima adquirida mantenha o padrão de qualidade oferecido aos clientes, principalmente quando se trata de produtos alimentícios. Duas pesquisas apresentam aplicação do QFD no desenvolvimento deste tipo de produto, uma identifica aspectos que necessitam de melhoria em cada etapa do processo da produção de lombo de porco (DILL *et al.*, 2014) e a outra na produção de queijo orgânico (NASPETTI; ALBERTI; SOLFANELLI, 2012). Especificamente, quando se trata de produtos perecíveis, a falta de integração nos elos internos e externos da cadeia de suprimentos pode implicar em prejuízos relevantes, tanto em relação aos custos quanto em relação à imagem da empresa, por falhas na qualidade do produto final.

Algumas pesquisas (AHMED; AMAGOH, 2010; CARDOSO *et al.*, 2015; SOHN; CHOI, 2001; ZOKAEI; HINES, 2007) ressaltam a importância de fazer com que a consideração dos requisitos dos consumidores no desenvolvimento de produtos, abordagem tradicional do QFD, envolva os demais membros da cadeia de suprimentos uma vez que, cada membro é responsável por uma etapa do processo produtivo. Esta prática facilita o planejamento da produção, permitindo alinhar os processos de acordo com a demanda.

Estas atividades necessitam da colaboração entre os membros, que consiste na realização de trabalho conjunto, ultrapassando as fronteiras organizacionais, buscando fluxos eficazes e eficientes de produtos, serviços, informações, decisões e financeiros, para gerar valor para o cliente (FAWCETT *et al.*, 2008; FLYNN; HUO; ZHAO, 2010). Gunasekaran *et al.* (2006) e Germani, Mengoni e Peruzzini (2012) apresentam aplicações do QFD para o desenvolvimento de produtos de maneira colaborativa.

Outras aplicações relacionadas com o aumento do nível integração na cadeia de suprimentos propõem novas abordagens de serviços logísticos aos clientes (BOTTANI; RIZZI, 2006; LIAO; KAO, 2014), desenvolvimento de novas estratégias que aumentem a satisfação do consumidor (AYAG; SAMANLIOGLU; BUYUKOZKAN, 2013; PRASAD; SUBBAIAH; RAO, 2014), adaptações no método para se adaptar melhor aos objetivos da cadeia de suprimentos (JIANG; SHIU; TU, 2007; PAN, 2012; TANIK, 2010). Com isso, pode-se reduzir o tempo de execução dos processos, reduzir custos e aumentar a satisfação dos clientes.

A seleção de fornecedores é outro tema importante na SCM para garantir a qualidade

do bem ou serviço entregue ao consumidor e permitir que as empresas reajam mais rapidamente às variações do mercado. A redução no ciclo de vida e a maior agilidade no desenvolvimento de novos produtos, tornam mais difícil prever as necessidades dos clientes, obrigando as empresas a melhorarem sua velocidade de reação a mudanças através da colaboração com seus parceiros. Nesse sentido, o QFD auxilia na seleção dos critérios mais relevantes a serem considerados, eliminando avaliações desnecessárias, permitindo chegar a um resultado melhor e em menos tempo, reduzindo custos e aumentando a satisfação do cliente (NI; XU; DENG, 2007; TIDWELL; SUTTERFIELD, 2012).

Algumas pesquisas ressaltam a importância de incluir os requisitos dos clientes na seleção dos fornecedores, a fim de aumentar a satisfação dos clientes (GE; GU, 2013; HO; DEY; LOCKSTROM, 2011; KARSAK; DURSUN, 2014; NI *et al.*, 2007; SOROOR *et al.*, 2011; SOROOR; TAROKH; ABEDZADEH, 2012; SOROOR; TAROKH; KHOSHALHAN; *et al.*, 2012) ou classificar os fornecedores com base nos requisitos para os produtos e nos atributos dos fornecedores, destacando aqueles que melhor atendem aos requisitos desejados (PALANISAMY; ZUBAR, 2013; SCOTT; HO; DEY, 2013; TIDWELL; SUTTERFIELD, 2012). Esta abordagem consiste em uma mudança de visão, pois os critérios para seleção de fornecedores deixam de ser os da empresa compradora e passam a ser os requisitos do cliente final, colocando-os no centro das decisões da SCM.

Selecionar os fornecedores certos também é essencial para a implantação bem-sucedida da customização em massa. Os fabricantes precisam atender as necessidades dos clientes, com rapidez na entrega e custo aceitável (NI *et al.*, 2007). O QFD permite incluir os requisitos dos clientes a montante na cadeia de suprimentos, selecionando fornecedores que possibilitem o atendimento destes.

SCM também precisa se adaptar ao aumento da demanda por produtos sustentáveis, que tem obrigado as empresas a modificarem o seu modo de produção para se ajustar ao mercado. Nesse sentido, o QFD vem sendo utilizado na *Green Supply Chain Management* (GSCM) e na *Sustainable Supply Chain Management* (SSCM) de diferentes formas. Diversas pesquisas utilizam o QFD da forma tradicional, traduzindo os requisitos ambientais dos clientes em métricas de engenharia, para o desenvolvimento de produtos verdes (BEREKETLI; GENEVOIS; ULUKAN, 2009; BUYUKOZKAN, GUCLIN; BERKOL, 2011; BUYUKOZKAN, GULCIN; CIFCI, 2013a; LAI; HSU; KUO, 2012; YANG; HUANG; KE, 2012; ZHANG; AWASTHI, 2014). Alguns autores desenvolveram modelos de previsão de tendências na GSCM incluindo avaliação do ciclo de vida (ACV) (HSU; CHANG; KUO, 2012; LAI; HSU; OU-YANG, 2012). Além de uma pesquisa que desenvolve um modelo de seleção de fornecedores em uma cadeia de suprimentos de ciclo fechado (AMIN; ZHANG, 2013).

O QFD também pode ser utilizado para identificar prioridades estratégicas para a melhoria da flexibilidade (BARAD, 2013) e agilidade da cadeia de suprimentos (BARAMICHAJ; ZIMMERS JUNIOR; MARANGOS, 2007; BOTTANI, 2009; TSENG; LIN, 2011), traduzindo as prioridades estratégicas de melhoria das empresas em diferentes níveis hierárquicos.

A eficiência da SCM depende da forma como a informação é repassada entre os membros. O fluxo preciso das informações diminui o tempo despendido no planejamento da produção, reduz estoques e torna a empresa mais sensível às necessidades dos clientes (FLYNN *et al.*, 2010). A tecnologia da informação ajuda a facilitar este fluxo, aumentando o volume das

informações compartilhadas, possibilitando a troca de informações em tempo real agilizando a tomada de decisões e melhorando a coordenação ao facilitar o alinhamento das previsões e programações de produção (PRAJOGO; OLHAGER, 2012). No entanto, é preciso identificar as informações que têm valor estratégico para a cadeia de suprimentos. LI *et al.* (2001) desenvolveram um modelo que processa os requisitos dos consumidores utilizando o QFD, simula os efeitos na cadeia de suprimentos e repassa as informações para todos os membros. Kuei *et al.* (2002) desenvolveram um modelo de excelência para a SCM, identificando os requisitos dos consumidores para a gestão da tecnologia e da qualidade.

Além destas, Zarei, Fakhrzad e Paghaleh (2011) utilizaram QFD para identificar como tornar uma cadeia de suprimentos alimentar mais enxuta e Pujawan e Geraldin (2009) desenvolveram uma metodologia para gerenciar riscos em cadeias de suprimentos, denominada de *House of Risk* (HOR).

6. FORMAS DE UTILIZAÇÃO DO QFD NA SCM

Buscando melhorar os resultados obtidos com o QFD, algumas técnicas costumam ser combinadas, as mais comuns são a lógica *fuzzy* e o AHP (*Analytic Hierarchy Process*), que permitem diminuir a subjetividade do método. Outras técnicas são utilizadas após a aplicação do QFD, trabalhando com os resultados obtidos a partir das matrizes, como a otimização e análise de componentes principais (ACP). Aparecendo também várias pesquisas que utilizaram exclusivamente QFD, sem o uso de técnicas complementares, indicando que, embora a combinação possa trazer bons resultados, ela não é essencial para que o resultado seja válido. A Tabela 2 apresenta uma relação das técnicas utilizadas em conjunto com o QFD, nas pesquisas analisadas.

Os setores de aplicação das pesquisas são bem diversificados: diferentes tipos de indústrias, serviços logísticos, alimentos, entre outros. A fabricação de alimentos é destacada como um tipo de produto onde os fornecedores têm forte impacto no resultado final do processo produtivo, sendo imprescindível a participação deles no desenvolvimento dos produtos e o comprometimento com o aumento da satisfação do cliente final (AYAG *et al.*, 2013; CARDOSO *et al.*, 2015; DILL *et al.*, 2014; NASPETTI *et al.*, 2012; TANIK, 2010; TIDWELL; SUTTERFIELD, 2012; ZAREI *et al.*, 2011; ZOKAEI; HINES, 2007). Além disso, algumas pesquisas utilizaram o QFD para o desenvolvimento da teoria, identificando aspectos que devem ser priorizados na SCM para melhorar a agilidade (BARAD, 2013; BARAMICHAH *et al.*, 2007; BOTTANI, 2009; TSENG; LIN, 2011), integração (AYAG *et al.*, 2013; GERMANI *et al.*, 2012; GUNASEKARAN *et al.*, 2006; JIANG *et al.*, 2007), gestão de riscos (PUJAWAN; GERALDIN, 2009), tornar a cadeia de suprimentos mais enxuta (ZAREI *et al.*, 2011).

Tabela 2 - Técnicas combinadas com QFD

Técnicas combinadas com QFD	Quant
AHP	5
AHP e Fuzzy	5
ANP e ZOGP (<i>Zero-One Goal Programming</i>)	1
Delphi, ACP e Pareto	1
<i>Data mining</i>	2

<i>Double exponential smoothing-based data mining cycle</i>	1
Otimização	1
FEAHP e MSGP (<i>Multi-Segment Goal Programming</i>)	1
FEMEA	3
<i>Fuzzy</i>	6
<i>Fuzzy</i> , ANP e simulação de Monte Carlo	1
<i>Fuzzy</i> e GDM (<i>Group Decision Making</i>)	1
<i>Fuzzy</i> e DEA	1
<i>Fuzzy</i> , <i>Grey-based</i> , simulação de Monte Carlo	1
<i>Kano</i>	1
<i>Normal boundary intersection (NBI)</i> e função utilidade	1

Fonte: Elaborado pelos autores com base na busca e análise bibliográfica

No que se refere à utilização do QFD, observou-se que cerca de metade das pesquisas, utilizaram apenas a matriz da qualidade, um aspecto comum em aplicações do QFD. Foram 22 artigos com essa característica, outros 11 utilizaram 2 matrizes, 4 artigos com 3 matrizes e apenas 5 realizaram os desdobramentos até a quarta matriz. Esta característica das pesquisas que utilizam QFD, de um modo geral, pode ser atribuída à importância dos resultados obtidos apenas com a HOQ e também à complexidade de realizar mais desdobramentos, pois exige maior conhecimento e familiaridade com o método.

Dadas as características do QFD e da SCM, as aplicações podem ser feitas de diferentes maneiras. Entre os artigos revisados, identificou-se 4 formas de aplicação, conforme Tabela 3.

Tabela 3 - Formas de aplicação do QFD na SCM

Tipo	Formas de aplicação do QFD na SCM	Quant
1	Os desdobramentos do QFD são feitos ao longo da cadeia de suprimentos. Cada membro é responsável por uma parte do processo produtivo.	3
2	QFD é aplicado em um membro isolado, considerando critérios de SCM.	9
3	Identificação de melhorias para a cadeia de suprimentos como um todo.	21
4	Aplicação em um elo da cadeia de suprimentos	9
Total		42

Fonte: Elaborado pelos autores com base na busca e análise bibliográfica

O primeiro tipo de aplicação, considera a divisão das etapas do processo produtivo entre os membros da cadeia de suprimentos, é a forma mais difícil, pois exige alto nível de integração entre eles, com amplo compartilhamento de informações, tanto a montante, quanto a jusante. Sohn e Choi (2001) elaboraram um modelo *fuzzy* QFD para aumentar a confiabilidade na produção de monitores, considerando que cada membro da cadeia de suprimentos é responsável por uma etapa do processo. Gunasekaran *et al.* (2006) combinaram lógica *fuzzy* e simulação de Monte Carlo com QFD para desenvolver uma abordagem de tomada de decisão, com solução ótima e menos imprecisa, em um ambiente colaborativo de desenvolvimento de produtos. Naspetti *et al.* (2012) consideraram as fases de produção e processamento na fabricação de queijo orgânico, destacando a necessidade de alto nível de integração neste elo da cadeia.

No tipo 2, o QFD é aplicado apenas em uma empresa, considerando que ela não funciona

individualmente, mas que é parte de uma cadeia de suprimentos, assim, são considerados critérios de SCM na construção das matrizes. Está entre as formas mais comuns de aplicação, tendo em vista a dificuldade que ainda se encontra em executar pesquisas ao longo da cadeia de suprimentos. Li *et al.* (2001) combinaram otimização com QFD para melhorar a coordenação da cadeia de suprimentos processando os requisitos dos consumidores, identificando os ajustes necessários e repassando aos demais membros em tempo real. De maneira similar, as demais pesquisas propõem ações para melhorar a SCM (BARAMICHAH *et al.*, 2007; BUYUKOZKAN, GULCIN; CIFCI, 2013b; KUEI *et al.*, 2002; PALANISAMY; ZUBAR, 2013; PUJAWAN; GERALDIN, 2009; SCOTT *et al.*, 2013; TSENG; LIN, 2011; YANG *et al.*, 2012).

Nas aplicações do tipo 3, o QFD é utilizado para identificar melhorias para a cadeia de suprimentos como um todo. Nesse tipo são encontrados diversos trabalhos propondo avanços na teoria, ainda em desenvolvimento. As pesquisas deste grupo abordam temas como gestão de cadeias de suprimentos verde (AMIN; ZHANG, 2013; BERKETLI *et al.*, 2009; BUYUKOZKAN, GUCLIN; BERKOL, 2011; HSU *et al.*, 2012; LAI; HSU; KUO, 2012; LAI; HSU; OU-YANG, 2012; ZHANG; AWASTHI, 2014), agilidade (BARAD, 2013; BOTTANI, 2009), integração (AHMED; AMAGOH, 2010; DILL *et al.*, 2014; GERMANI *et al.*, 2012; JIANG *et al.*, 2007; LIAO; KAO, 2014; PAN, 2012; PRASAD *et al.*, 2014; ZOKAEI; HINES, 2007), seleção de fornecedores (NI *et al.*, 2007; SOROOR; TAROKH; ABEDZADEH, 2012; SOROOR; TAROKH; KHOSHALHAN; *et al.*, 2012) e cadeia de suprimento enxuta (ZAREI *et al.*, 2011). Os tipos 2 e 3 concentram a maior parte das publicações, isto se deve ao perfil das pesquisas em SCM, um tema com interesse crescente no meio acadêmico, mas no qual ainda se encontram muitas lacunas a serem preenchidas.

O tipo 4 corresponde à forma de aplicação que consegue observar mais detalhadamente os relacionamentos, onde estudam-se os elos da cadeia, trabalhando a parceria empresa-fornecedor no atendimento dos requisitos dos clientes (BOTTANI; RIZZI, 2006; CARDOSO *et al.*, 2015; GE; GU, 2013; HO *et al.*, 2011; TANIK, 2010) e a parceria empresa-cliente, buscando maior proximidade com os membros a jusante, (AYAG *et al.*, 2013; KARSAK; DURSUN, 2014; SOROOR *et al.*, 2011; TIDWELL; SUTTERFIELD, 2012). Dessa forma, pode-se identificar como os conceitos de SCM estão sendo aplicados, na prática. Este é o tipo mais prático, embora também se desenvolvam trabalhos teóricos.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Gerenciar cadeias de suprimentos é uma atividade bastante complexa, pois precisa alinhar os processos de diferentes empresas em busca de um objetivo comum, para garantir que estas se mantenham competitivas em um mercado cada vez mais exigente. Para que os fluxos de produtos e informações sejam contínuos a montante e a jusante, muitas pesquisas têm sugerido a utilização de métodos e ferramentas de outras áreas, adaptadas e esta nova realidade, em que a competição não é mais entre empresas, mas entre cadeias de suprimentos.

O QFD permite fazer diferentes relações entre “o que fazer” e “como fazer”, priorizando as ações que melhor atendem ao objetivo pretendido. Proposto inicialmente para o desenvolvimento de produtos, tem demonstrado aplicabilidade em diferentes contextos, incluindo a SCM, principalmente com relação a integração entre os membros, seleção de

fornecedores e gestão da cadeia de suprimentos verde.

As vantagens de utilizar o QFD na SCM podem ser divididas entre teórica e prática. A característica do QFD de priorização dos aspectos mais relevantes para atingir determinado objetivo, permite avanços na teoria, auxiliando na mudança de visão da empresa individual para a cadeia de suprimentos. Na prática, as informações obtidas com o QFD podem ser repassadas para os demais membros da cadeia de suprimentos, através do compartilhamento de informações, do planejamento conjunto ou com o apoio de sistemas de informações. Com isso, pode-se reduzir problemas comuns, como o efeito chicote (distorção das informações de demanda, quanto mais a montante estiver o membro), aumentar a agilidade e flexibilidade. Porém, é preciso que exista integração entre os membros para que os benefícios do QFD extrapolem a empresa individual.

As pesquisas ainda se concentram em soluções amplas e genéricas, porém as aplicações em diferentes questões de SCM indicam que existem muitas possibilidades para uso do QFD na SCM, reduzindo importantes lacunas no conhecimento desta área.

6. REFERÊNCIAS

AHMED, S.; AMAGOH, F. Application of QFD in product development of a glass manufacturing company in Kazakhstan. **Benchmarking**, v. 17, n. 2, p. 195-213, 2010.

AKAO, Y. **Quality Function Deployment: integrating customer requirements into product design**. Cambridge, MA: Productivity Press, 1990.

AMIN, S. H.; ZHANG, G. A three-stage model for closed-loop supply chain configuration under uncertainty. **International Journal of Production Research**, v. 51, n. 5, p. 1405-1425, 2013.

AYAG, Z.; SAMANLIOGLU, F.; BUYUKOZKAN, G. A fuzzy QFD approach to determine supply chain management strategies in the dairy industry. **Journal of Intelligent Manufacturing**, v. 24, n. 6, p. 1111-1122, Dec 2013.

BARAD, M. Flexibility development: a personal retrospective. **International Journal of Production Research**, v. 51, n. 23-24, p. 6803-6816, 2013.

BARAMICHAJ, M.; ZIMMERS JUNIOR, E. W.; MARANGOS, C. A. Agile supply chain transformation matrix: an integrated tool for creating an agile enterprise. **Supply Chain Management-an International Journal**, v. 12, n. 5, p. 334-348, 2007 2007.

BEREKETLI, I.; GENEVOIS, M. E.; ULUKAN, H. Z. Green product design for mobile phones. **World Academy of Science, Engineering and Technology**, v. 58, p. 213-217, 2009.

BOTTANI, E. A fuzzy QFD approach to achieve agility. **International Journal of Production Economics**, v. 119, n. 2, p. 380-391, Jun 2009.

BOTTANI, E.; RIZZI, A. Strategic management of logistics service: A fuzzy QFD approach. **International Journal of Production Economics**, v. 103, n. 2, p. 585-599, Oct 2006.

BUYUKOZKAN, G.; BERKOL, C. Designing a sustainable supply chain using an integrated analytic network process and goal programming approach in quality function deployment. **Expert Systems with Applications**, v. 38, n. 11, p. 13731-13748, 2011.

BUYUKOZKAN, G.; CIFCI, G. An integrated QFD framework with multiple formatted and incomplete preferences: A sustainable supply chain application. **Applied Soft Computing**, v. 13, n. 9, p. 3931-3941, Sep 2013a.

_____. An integrated QFD framework with multiple formatted and incomplete preferences: A sustainable supply chain application. **Applied Soft Computing Journal**, v. 13, n. 9, p. 3931-3941, 2013b.

CARDOSO, J. D. F.; CASAROTTO FILHO, N.; MIGUEL, P. A. C. Application of Quality Function Deployment for the development of an organic product. **Food Quality and Preference**, v. 40, p. 180-190, 2015.

CARNEVALLI, J. A.; MIGUEL, P. A. C. Revisão, análise e classificação da literatura sobre QFD: tipos de pesquisa, dificuldades de uso e benefícios do método. **Gestão & Produção**, v. 14, n. 3, p. 557-579, 2007.

CARNEVALLI, J. A.; SASSI, A. C.; MIGUEL, P. A. C. Aplicação do QFD no desenvolvimento de produtos: levantamento sobre seu uso e perspectivas para pesquisas futuras. **Gestão & Produção**, v. 11, n. 1, p. 33-49, 2004.

CHAN, L.-K.; WU, M.-L. Quality function deployment: A literature review. **European Journal of Operational Research**, v. 143, p. 463-497, 2002.

CHOW, W. S. *et al.* Supply chain management in the US and Taiwan: An empirical study. **Omega**, v. 36, p. 665-679, 10// 2008.

DILL, M. D. *et al.* Procedural priorities of the pork loin supply chain. **Journal of Technology Management and Innovation**, v. 9, n. 1, p. 84-92, 2014.

ELO, S.; KYNGAES, H. The qualitative content analysis process. **Journal of Advanced Nursing**, v. 62, n. 1, p. 107-115, Apr 2008.

FAWCETT, S. E.; MAGNAN, G. M.; MCCARTER, M. W. Benefits, barriers, and bridges to effective supply chain management. **Supply Chain Management-an International Journal**, v. 13, p. 35-48, 2008 2008.

FLYNN, B. B.; HUO, B.; ZHAO, X. The impact of supply chain integration on performance: A contingency and configuration approach. **Journal of Operations Management**, v. 28, n. 1, p. 58-71, Jan 2010.

FORMÁGGIO, I. A.; MIGUEL, P. A. C. Múltiplo estudo de casos sobre a inserção do qfd no processo de desenvolvimento de novos produtos. **Produto & Produção**, v. 10, n. 2, p. 62-86, 2009.

FROHLICH, M. T.; WESTBROOK, R. Arcs of integration: an international study of supply chain strategies. **Journal of Operations Management**, v. 19, n. 2, p. 185-200, Feb 2001.

GE, X.; GU, Y. Research on functional logistics provider selection based on QFD modeling. **Journal of Applied Sciences**, v. 13, n. 17, p. 3563-3568, 2013.

GERMANI, M.; MENGONI, M.; PERUZZINI, M. A QFD-based method to support SMEs in benchmarking co-design tools. **Computers in Industry**, v. 63, n. 1, p. 12-29, Jan 2012.

GUNASEKARAN, N. *et al.* Optimizing supply chain management using fuzzy approach. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 17, n. 6, p. 737-749, 2006.

HAUSER, J. R.; CLAUSING, D. The House of Quality. **Harvard Business Review**, v. 66, n. 5/6, p. 63-73, 1988.

HO, W.; DEY, P. K.; LOCKSTROM, M. Strategic sourcing: a combined QFD and AHP approach in manufacturing. **Supply Chain Management-an International Journal**, v. 16, n. 6, p. 446-461, 2011 2011.

HSIEH, H. F.; SHANNON, S. E. Three approaches to qualitative content analysis. **Qualitative Health Research**, v. 15, n. 9, p. 1277-1288, Nov 2005.

HSU, C. H.; CHANG, A. Y.; KUO, H. M. Data mining QFD for the dynamic forecasting of life cycle under green supply Chain. **WSEAS Transactions on Computers**, v. 11, n. 1, p. 1-10, 2012.

JIANG, J. C.; SHIU, M. L.; TU, M. H. Quality function deployment (QFD) technology designed for contract manufacturing. **TQM Magazine**, v. 19, n. 4, p. 291-307, 2007.

KARSAK, E. E.; DURSUN, M. An integrated supplier selection methodology incorporating QFD and DEA with imprecise data. **Expert Systems with Applications**, v. 41, p. 6995-7004, 2014.

KUBOTA, F. I.; MIGUEL, P. A. C. Modularidade e desdobramento da função qualidade: uma análise teórica de publicações. **Revista Gestão Industrial**, v. 9, n. 3, p. 700-726, 2013.

KUEI, C. H. *et al.* Developing supply chain strategies based on the survey of supply chain quality and technology management. **International Journal of Quality and Reliability Management**, v. 19, n. 7, p. 889-901, 2002.

LAI, C. J.; HSU, C. H.; KUO, H. M. An empirical study of constructing a dynamic mining and forecasting system for the life cycle assessment-based green supply chain. **WSEAS Transactions on Systems**, v. 11, n. 4, p. 129-139, 2012.

LAI, C. J.; HSU, C. H.; OU-YANG, F. A hybrid mining and predicting system based on quadratic exponential smoothing model and grey relational analysis for green supply chain. **WSEAS Transactions on Systems**, v. 11, n. 8, p. 336-348, 2012.

LI, D. *et al.* A Web-based tool and a heuristic method for cooperation of manufacturing supply chain decisions. **Journal of Intelligent Manufacturing**, v. 12, n. 5-6, p. 433-453, 2001 2001.

LIAO, C.-N.; KAO, H.-P. An evaluation approach to logistics service using fuzzy theory, quality function development and goal programming. **Computers & Industrial Engineering**, v. 68, n. 1, p. 54-64, Feb 2014.

MAROUŠEK, R. Possible application of quality house in industrial supply chain resilience assessment. Metal 2013: 22nd International Conference on Metallurgy and Materials, 2013. Czech Republic. p.1722-1728.

MENTZER, J. T. *et al.* Defining supply chain management. **Journal of Business Logistics**, v. 22, p. 1-25, 2001.

NASPETTI, S.; ALBERTI, F.; SOLFANELLI, F. Quality determinants in the organic cheese supply chain: A Quality Function Deployment approach. **New Medit**, v. 11, n. 4 SPECIAL, p. 61-64, 2012.

NI, M.; XU, X.; DENG, S. Extended QFD and data-mining-based methods for supplier selection in mass customization. **International Journal of Computer Integrated Manufacturing**, v. 20, n. 2-3, p. 280-291, 2007.

OU, C. S. *et al.* A structural model of supply chain management on firm performance. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 30, p. 526-545, 2010 2010.

PALANISAMY, P.; ZUBAR, H. A. Hybrid MCDM approach for vendor ranking. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 24, n. 6, p. 905-928, 2013.

PAN, T. Value Chain Analysis method of Smart Logistics using fuzzy theory. **Information Technology Journal**, v. 11, n. 4, p. 441-445, 2012.

PRAJOGO, D.; OLHAGER, J. Supply chain integration and performance: The effects of long-term relationships, information technology and sharing, and logistics integration. **International Journal of Production Economics**, v. 135, n. 1, p. 514-522, Jan 2012.

PRASAD, K. G. D.; SUBBAIAH, K. V.; RAO, K. N. Supply chain design through QFD-based optimization. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 25, n. 5, p. 712-733, 2014.

PUJAWAN, I. N.; GERALDIN, L. H. House of risk: A model for proactive supply chain risk management. **Business Process Management Journal**, v. 15, n. 6, p. 953-967, 2009.

RANGEL, D. A.; OLIVEIRA, T. K. D.; LEITE, M. S. A. Supply chain risk classification: discussion and proposal. **International Journal of Production Research**, 2014.

RICH, N.; HINES, P. Supply-chain management and time-based competition: the role of the supplier association. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 27, p. 210 - 225, 1997.

SHELLER, A.; MIGUEL, P. A. C. Aplicação do método QFD na proposição de nova matriz curricular para um curso de graduação de uma universidade pública do Sul do Brasil. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 31, n. 2, p. 1-16, 2012.

SCOTT, J. A.; HO, W.; DEY, P. K. Strategic sourcing in the UK bioenergy industry. **International Journal of Production Economics**, v. 146, n. 2, p. 478-490, Dec 2013.

SOHN, S. Y.; CHOI, I. S. Fuzzy QFD for supply chain management with reliability consideration. **Reliability Engineering & System Safety**, v. 72, n. 3, p. 327-334, Jun 2001.

SOROOR, J. *et al.* An advanced adoption model and an algorithm of evaluation agents in automated supplier ranking. **Computers & Mathematics with Applications**, v. 62, n. 10, p. 3649-3662, Nov 2011.

SOROOR, J.; TAROKH, M. J.; ABEDZADEH, M. Automated bid ranking for decentralized coordination of construction logistics. **Automation in Construction**, v. 24, p. 111-119, Jul 2012.

SOROOR, J. *et al.* Intelligent evaluation of supplier bids using a hybrid technique in distributed supply chains. **Journal of Manufacturing Systems**, v. 31, n. 2, p. 240-252, Apr 2012.

TANIK, M. Improving "order handling" process by using QFD and FMEA methodologies: A case study. **International Journal of Quality and Reliability Management**, v. 27, n. 4, p. 404-423, 2010.

TIDWELL, A.; SUTTERFIELD, J. S. Supplier selection using QFD: A consumer products case study. **International Journal of Quality and Reliability Management**, v. 29, n. 3, p. 284-294, 2012.

TOLOIE-ESHLAGHI, A.; ASADOLLAHI, A.; POOREBRAHIMI, A. The role of Enterprise Resources Planning (ERP) in the contribution and integration of the information in the Supply Chain. **European Journal of Social Sciences**, v. 20, n. 1, p. 16-27, 2011.

TSENG, Y.-H.; LIN, C.-T. Enhancing enterprise agility by deploying agile drivers, capabilities and providers. **Information Sciences**, v. 181, n. 17, p. 3693-3708, Sep 1 2011.

YANG, C.-L.; HUANG, R.-H.; KE, W.-C. Applying QFD to build green manufacturing system. **Production Planning & Control**, v. 23, n. 2-3, p. 145-159, 2012.

ZAREI, M.; FAKHRZAD, M. B.; PAGHALEH, M. J. Food supply chain leanness using a developed QFD model. **Journal of Food Engineering**, v. 102, n. 1, p. 25-33, Jan 2011.

ZHANG, Z.; AWASTHI, A. Modelling customer and technical requirements for sustainable supply chain planning. **International Journal of Production Research**, v. 52, n. 17, p. 5131-5154, 2014.

ZOKAEI, K.; HINES, P. Achieving consumer focus in supply chains. **International Journal of Physical Distribution and Logistics Management**, v. 37, n. 3, p. 223-247, 2007.

Recebido em: 15/11/2021

Aceito em: 22/11/2021

Endereço para correspondência:

Nome Fernanda Paes Arantes, Emanuela Moura

Toscano

Email nandapaesarantes@gmail.com ,

emanuella09@gmail.com



Esta obra está licenciada sob uma [Licença Creative Commons Attribution 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)