

**Modelos de decisão para avaliação de desempenho de cadeias de suprimentos baseados no Scor<sup>®</sup>: uma revisão da literatura****Decision models for Scor<sup>®</sup>-based supply chain performance evaluation: a literature review**

DOI:10.34117/bjdv5n7-186

Recebimento dos originais: 23/06/2019

Aceitação para publicação: 26/07/2019

**Francisco Rodrigues Lima Junior**

Doutor em Engenharia de Produção pela Universidade de São Paulo

Instituição: Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Endereço: Av. Sete de Setembro, 3165 - Rebouças, Curitiba – PR, Brasil

E-mail: frjunior@utfpr.edu.br

**Luiz Cesar Ribeiro Carpinetti**

Doutor em Engenharia pela University of Warwick

Instituição: Universidade de São Paulo

Endereço: Av. Trab. São Carlense, 400 - Parque Arnold Schimidt, São Carlos – SP, Brasil

E-mail: carpinet@sc.usp.br

**RESUMO**

A avaliação do desempenho de uma cadeia de suprimentos é um processo complexo, que envolve vários atores cooperando para alcançar objetivos estratégicos e logísticos. Na literatura são encontrados modelos de avaliação de desempenho de cadeias de suprimentos conceituais e quantitativos. Vários dos modelos quantitativos são baseados no SCOR<sup>®</sup> (*Supply Chain Operations Reference*), o que possibilita analisar o desempenho dos processos de planejamento, abastecimento, produção, entrega e retorno, ao longo dos elos de uma ou mais cadeias de suprimentos, bem como fazer *benchmarking* em nível global. Nesse contexto, o objetivo desse estudo é traçar um panorama da literatura sobre modelos quantitativos de apoio à avaliação de desempenho de cadeias de suprimentos baseados no SCOR<sup>®</sup>, a fim de caracterizar o estado da arte e identificar oportunidades de pesquisa. Para isso, foi feito um levantamento bibliográfico sistematizado que analisou 15 artigos extraídos dos principais periódicos da literatura de gestão de operações. Os resultados encontrados mostraram uma predominância de técnicas voltadas para a modelagem de incerteza e uma maior incidência de aplicações reais baseadas na opinião de especialistas. Também indicaram uma baixa preocupação dos pesquisadores quanto à validação dos resultados. Algumas oportunidades de pesquisa sugeridas são o uso de algumas técnicas ainda não exploradas nesse domínio de problema, o desenvolvimento de modelos preditivos e de estudos comparativos para avaliar a adequação das técnicas usadas e a aplicação em cadeias que adotam estratégias *lean*, *ágil*, *flexível* e *green*.

**Palavras-chave:** Avaliação de desempenho de cadeias de suprimentos; *Supply Chain Operations Reference*; Modelos de decisão; Revisão sistemática.

**ABSTRACT**

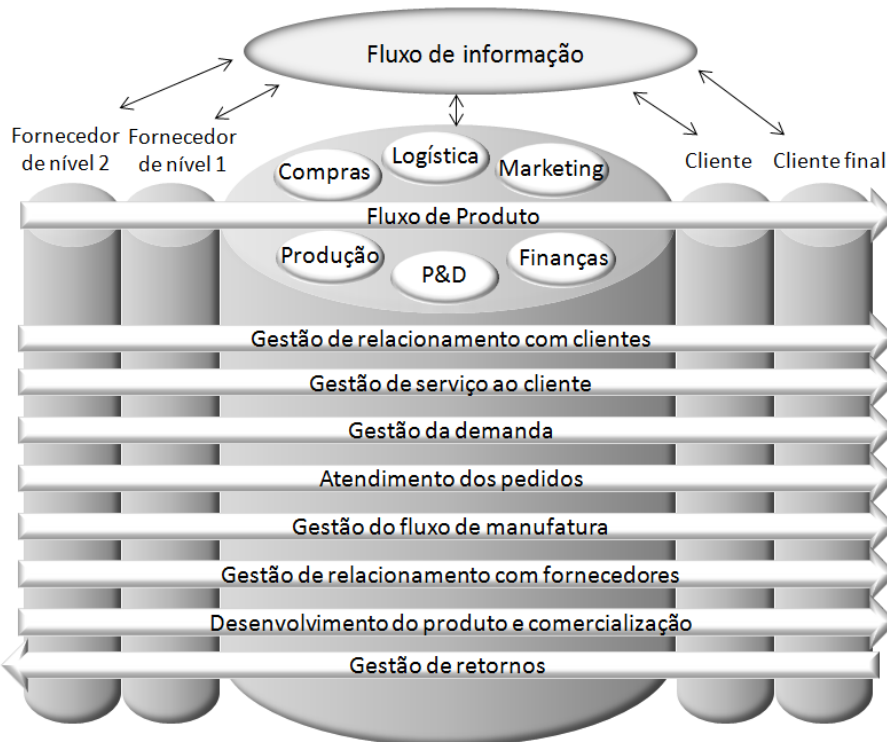
Assessing the performance of a supply chain is a complex process that involves multiple actors cooperating to achieve strategic and logistical goals. In the literature are found models of performance evaluation of conceptual and quantitative supply chains. Several of the quantitative models are based on the SCOR® (Supply Chain Operations Reference), which enables you to analyze the performance of planning, sourcing, production, delivery and return processes along the links of one or more supply chains, as well as making benchmarking at the global level. In this context, the aim of this study is to provide an overview of the literature on quantitative models to support SCOR®-based supply chain performance assessment in order to characterize the state of the art and identify research opportunities. For this, a systematized bibliographic survey was made that analyzed 15 articles extracted from the main journals of the operations management literature. The results showed a predominance of uncertainty modeling techniques and a higher incidence of real applications based on expert opinion. They also indicated a low concern of the researchers regarding the validation of the results. Some suggested research opportunities are the use of some techniques not yet explored in this problem domain, the development of predictive models and comparative studies to assess the appropriateness of the techniques used and the application in lean, agile, flexible and green strategic chains. .

**Keywords:** Supply Chain Performance Evaluation; Supply Chain Operations Reference; Decision models; Systematic review.

**1. INTRODUÇÃO**

Uma cadeia de suprimentos (ou *supply chain*) pode ser vista como um conjunto de processos de negócio integrados, que compreende todas as atividades associadas ao fluxo e à transformação de bens, desde o estágio de matéria-prima até a entrega do produto final ao consumidor (HANDFIELD; NICHOLS, 1999). Uma cadeia de suprimentos não inclui apenas fabricantes e fornecedores, mas também engloba transportadoras, armazéns, varejistas e clientes. A Figura 1 procura ilustrar o conceito de gestão de cadeias de suprimentos a partir da visão de Lambert, Cooper e Pagh (1998). Essa figura destaca os processos de negócio e os fluxos de informação e de produto que atravessam os silos funcionais da empresa-foco e dos outros membros da cadeia.

Figura 1 - Integração dos processos de negócio ao longo de uma cadeia de suprimentos



Fonte: Lambert, Cooper e Pagh (1998)

Além de ter o objetivo de aumentar o nível de satisfação dos clientes e *stakeholders* da rede, as iniciativas de gestão de cadeias podem ter como objetivo reduzir o investimento em estoques, melhorar a utilização de recursos, obter mais informações sobre o comportamento da demanda, compartilhar riscos e benefícios, aumentar a confiabilidade e a competitividade da cadeia como um todo (SWEENEY, 2011).

O monitoramento do desempenho de uma cadeia de suprimentos é complexo, principalmente porque é um processo transversal, que envolve vários atores cooperando para alcançar objetivos estratégicos e logísticos. Há dezenas de indicadores sugeridos na literatura que podem ser usados para conduzir essa avaliação. Tais indicadores incluem medidas quantitativas e qualitativas, bem como financeiras e não financeiras, que são associadas aos processos de negócio da cadeia, podendo abranger os níveis estratégico, tático e operacional (SWEENEY, 2011; ESTAMPE et al., 2013).

Na literatura são encontrados modelos de avaliação de desempenho de cadeias de suprimentos conceituais e quantitativos. Enquanto a maioria dos modelos conceituais sugere um conjunto de indicadores selecionados e às vezes ponderados de acordo com o julgamento de especialistas, os modelos quantitativos propõem o uso de métodos de apoio à tomada de decisão multicritério, técnicas de programação matemática, técnicas estatísticas, métodos de

simulação e/ou técnicas de inteligência artificial para quantificar o desempenho da cadeia em relação a um conjunto de métricas de desempenho específicas (LIMA JUNIOR, 2016).

Os modelos quantitativos de avaliação de desempenho de cadeias predominantemente adotam indicadores baseando-se principalmente em outros estudos relacionados. Há também modelos que selecionam os indicadores a partir da opinião de especialistas, geralmente funcionários de empresas ou acadêmicos. Com menor frequência, existem modelos que utilizam indicadores de desempenho do *Balaced Scorecard*, que é um modelo criado para apoiar a avaliação de desempenho intraorganizacional, e do SCOR<sup>®</sup> – *Supply Chain Operations Reference*, um modelo de referência mundialmente usado para apoiar a gestão, a avaliação e a comparação de cadeias de suprimentos (LIMA JUNIOR, 2016).

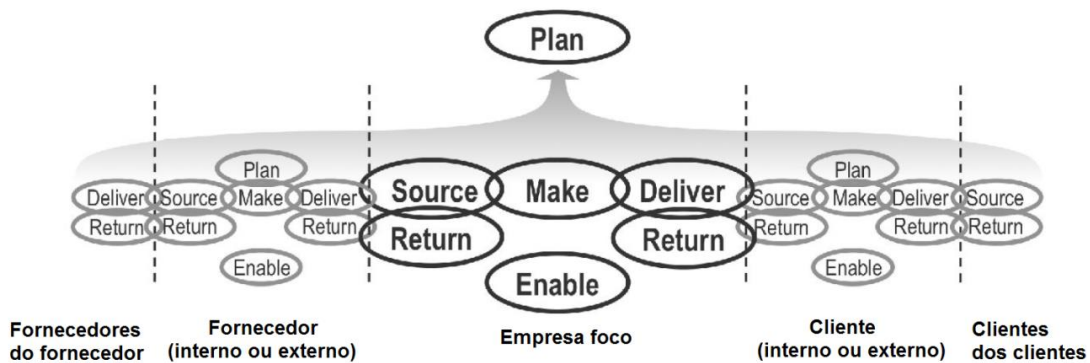
O desdobramento dos indicadores de desempenho do modelo SCOR<sup>®</sup> torna possível analisar o desempenho dos processos de planejamento, abastecimento, produção, entrega e retorno, ao longo dos elos de uma ou mais cadeias de suprimentos. O uso dos indicadores do SCOR<sup>®</sup> também possibilita a realização de *benchmarking* em nível mundial entre cadeias de suprimentos usando a base de *benchmarking SCORmark*, o que auxilia as empresas na implementação de mudanças que levem a melhorias significativas nos seus produtos e processos, e conseqüentemente nos seus resultados de desempenho da cadeia (SSC, 2012). Embora já existam vários modelos quantitativos de avaliação de desempenho baseados no SCOR<sup>®</sup>, na literatura não são encontrados estudos de revisão a respeito deste tema.

Nesse contexto, o objetivo desse estudo é traçar um panorama da literatura sobre modelos quantitativos de apoio à avaliação de desempenho de cadeias de suprimentos baseados no SCOR<sup>®</sup>, a fim de caracterizar o estado da arte e identificar oportunidades de pesquisa. Para isso, foi feito um levantamento bibliográfico sistematizado que analisou 15 artigos extraídos dos principais periódicos da literatura de gestão de operações. Os estudos foram caracterizados considerando os seguintes fatores: ano de publicação, país de origem, periódico, técnica(s) usada(s), origem dos dados para avaliação do desempenho da cadeia, tipo de aplicação, setor de aplicação e técnica de validação dos resultados. Os procedimentos usados para seleção dos artigos são descritos na Seção 3 e os resultados obtidos são apresentados e discutidos na Seção 4. Antes disso, a Seção 2 apresenta um referencial teórico sobre o modelo SCOR<sup>®</sup>.

## 2. O MODELO SCOR®

O SCOR® é um modelo de referência que relaciona processos de negócio, métricas de desempenho e melhores práticas de gestão de cadeias de suprimentos, a fim de apoiar a descrição, a avaliação e a comparação das atividades e do desempenho destas cadeias. O SCOR® é flexível e pode ser usado por indústrias de qualquer setor para descrever cadeias de suprimentos simples ou bastante complexas. Como mostra a Figura 2, o SCOR® fornece uma arquitetura baseada em seis processos de negócio, que visam apoiar as atividades de planejamento (*plan*), abastecimento (*source*), produção (*make*), entrega (*deliver*), retorno (*return*) e implantação dos processos e atividades (*enable*) ao longo de uma cadeia de suprimentos (SCC, 2012).

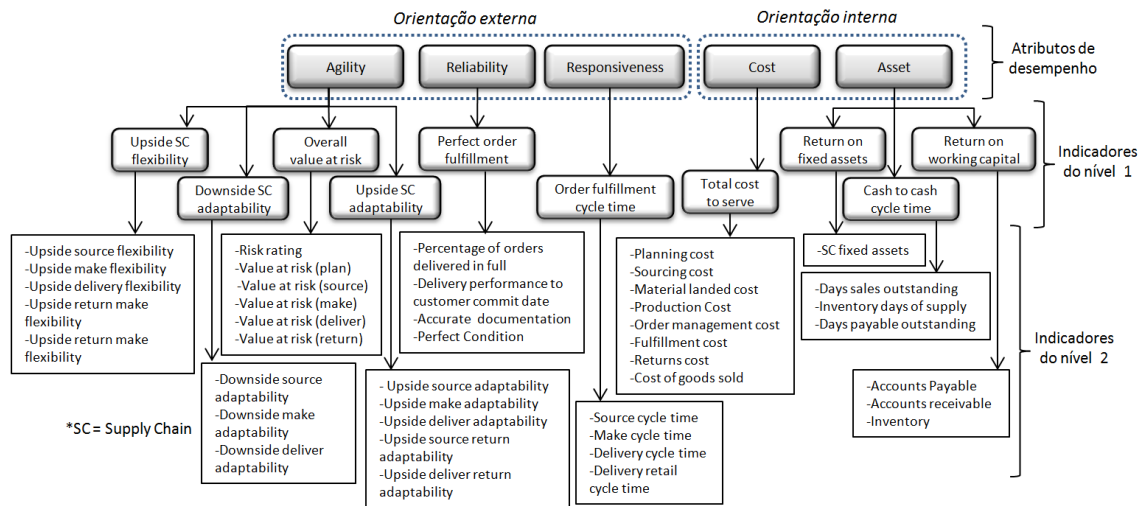
Figura 2 - Principais processos de gestão do modelo SCOR®



Fonte: Supply Chain Council (2012)

O SCOR® também fornece um amplo conjunto de métricas para avaliar os resultados da cadeia. Esse conjunto de métricas é subdividido em atributos de desempenho e indicadores de desempenho, os quais são organizados hierarquicamente ao longo de uma estrutura em níveis. Conforme ilustra a Figura 3, o nível mais alto da hierarquia é composto por cinco atributos de desempenho, relacionados à confiabilidade (*reliability*), à responsividade (*responsiveness*), à agilidade (*agility*), aos custos (*cost*) e à gestão de ativos (*asset management*) na cadeia. Cada um destes atributos de desempenho serve como um agrupamento de indicadores usados para expressar uma determinada orientação estratégica. A habilidade de alcançar tais orientações estratégicas é medida por meio de um conjunto de indicadores de desempenho associados a cada atributo. Os indicadores estão distribuídos ao longo dos níveis 1, 2 e 3 da hierarquia (SCC, 2012). Contudo, na Figura 3 são apresentadas somente as métricas de nível 1 e 2. Optou-se por não traduzir a nomenclatura destas métricas para evitar distorções nos significados.

Figura 3 - Métricas de avaliação de desempenho propostas pelo modelo SCOR®



Fonte: Baseado em SCC (2012)

Uma vez que o SCOR<sup>®</sup> é composto por uma grande variedade de indicadores associados a cada atributo, o monitoramento de todos os indicadores simultaneamente pode requerer demasiados recursos para a coleta e análise de dados. Por causa disso, é comum a adoção de uma quantidade balanceada de indicadores conforme as necessidades específicas da empresa e da cadeia, focando principalmente no monitoramento dos processos que são críticos para as operações da cadeia (SCC, 2012). A padronização de processos e de indicadores de desempenho no SCOR<sup>®</sup> permite a criação de uma linguagem comum que possibilita às organizações associadas se compararem a outras cadeias. O SCOR<sup>®</sup> provê suporte ao *benchmarking* entre cadeias de suprimentos em nível global por meio da base de dados *online SCORmark* (GANGA, CARPINETTI, 2011).

Diversos autores apontam para a necessidade de desenvolver novas ferramentas e métodos para dar suporte às práticas de gestão de cadeias de suprimentos (LAMBERT; COOPER; PAGH, 1998; BALFAQIH et al., 2016). A linguagem padronizada do SCOR<sup>®</sup> ajuda a alinhar as funcionalidades de novas ferramentas computacionais às características da cadeia de suprimentos (THEERANUPHATTANA; TANG, 2008). Vários estudos propõem modelos de avaliação de desempenho baseados na combinação dos indicadores do SCOR<sup>®</sup> com métodos quantitativos de apoio à tomada de decisão a fim de desenvolver novas ferramentas de apoio à gestão de desempenho de cadeias de suprimentos. A fim de traçar um panorama sobre esses modelos, realizou-se uma revisão sistemática envolvendo 15 estudos. As seções a seguir descrevem os procedimentos de seleção dos artigos e os resultados obtidos.

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O método de busca e seleção dos artigos foi definido a partir de procedimentos recomendados na literatura para elaboração de revisões sistemáticas. Kitchenham e Charters (2007) definem “revisão sistemática da literatura” como um meio de identificar, avaliar e interpretar todas as pesquisas disponíveis relevantes para uma questão de pesquisa específica, ou área temática, ou fenômeno de interesse. Sampaio e Mancini (2007) acrescentam que a elaboração de uma revisão sistemática deve identificar as bases de dados a serem consultadas, definir palavras-chave e estratégias de busca, estabelecer critérios para a seleção de artigos, comparar as buscas dos examinadores, definir a seleção inicial de artigos, aplicar os critérios na seleção destes e justificar possíveis exclusões. Além disso, deve-se analisar criticamente e avaliar todos os estudos incluídos na revisão, bem como preparar um resumo crítico e apresentar uma conclusão.

A pesquisa bibliográfica sobre os modelos quantitativos obedeceu às recomendações de Sampaio e Mancini (2007). Os artigos selecionados foram coletados usando *Web of Science* ([www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)), *Scopus* ([www.scopus.com](http://www.scopus.com)), *Emerald Insight* ([www.emeraldinsight.com](http://www.emeraldinsight.com)) e *IEEEExplore* ([ieeexplore.ieee.org](http://ieeexplore.ieee.org)). Também foi realizada uma busca adicional utilizando a ferramenta *Google Scholar* ([scholar.google.com](http://scholar.google.com)). Os seguintes procedimentos foram utilizados para busca e seleção de artigos: (1) inserção da *string* “*supply chain performance evaluation AND SCOR*” nos campos de busca de cada uma das bases; (2) utilização de um filtro para selecionar somente artigos publicados entre 1995 e 2016; (3) utilização de outro filtro para selecionar somente artigos publicados em periódicos científicos; (4) ordenação dos resultados por relevância a partir de uma funcionalidade contida nas bases (com exceção de *emerald* e *google acadêmico*); (5) seleção dos 100 primeiros resultados listados; (6) análise do título, do resumo, das palavras-chave e às vezes do conteúdo dos artigos para eliminar aqueles que não contemplavam o desenvolvimento de modelos quantitativos para apoiar a avaliação de desempenho de cadeias de suprimentos e; (7) eliminação das cópias dos artigos repetidos, ou seja, aqueles que foram listados e selecionados em mais de um portal. Quanto aos artigos eliminados no passo 3, estes contemplavam revisões sistemáticas sobre diversos assuntos, modelos para seleção e monitoramento do desempenho de seleção de fornecedores, modelos para avaliação de desempenho intraorganizacional, modelos para o desenvolvimento de redes colaborativas, dentre outros.

Conforme mostra o Quadro 1, foram selecionados e analisados 15 artigos. Visando caracterizar o estado da arte do uso de modelos quantitativos para avaliação de desempenho

de cadeias de suprimentos, foram coletadas diversas informações, as quais foram **organizadas em uma planilha eletrônica e dispostas em gráficos**. A partir de uma análise crítica dos resultados encontrados, foram identificadas algumas oportunidades de pesquisa.

Quadro 1 – Estudos selecionados a partir das buscas realizadas

Autores	Base de dados	Breve descrição
Chan e Qi (2003)	<i>Emerald insight</i>	Avaliação de desempenho de cadeias de suprimento baseada em números <i>fuzzy</i> e comparação par a par
Sellito e Mendes (2006)	Google acadêmico	Avaliação comparativa do desempenho de cadeias de suprimento baseada no AHP
Wong e Wong (2007)	<i>Emerald insight</i>	Sistema de medição de desempenho de cadeias de suprimento baseado em DEA
Theeranuphattana e Tang (2008)	<i>Emerald insight</i>	Medição de desempenho da gestão de cadeias de suprimento baseada no SCOR®
Golparvar e Seifbarghy (2009)	Google acadêmico	Priorização de ações para melhoria do desempenho de cadeias baseada em SCOR® e TOPSIS
Ganga e Carpinetti (2011)	<i>Web of science</i>	Abordagem preditiva para avaliação de desempenho de cadeias de suprimento baseada em inferência <i>fuzzy</i>
Jalalvand et al. (2011)	<i>Emerald insight</i>	Avaliação e comparação do desempenho de cadeias de suprimento de um mesmo setor
Bai et al. (2012)	<i>Emerald insight</i>	Avaliação da gestão de cadeias de suprimento baseada em medidas ecológicas sustentáveis
Yang e Jiang (2012)	<i>Scopus</i>	Modelo hierárquico para avaliação do desempenho global de cadeias de suprimento
Clivillé e Berrah (2012)	Google acadêmico	Medição do desempenho global de cadeias de suprimento baseada no modelo SCOR®
Kocaoglu, Gülsün e Tanya (2013)	Google acadêmico	Avaliação de estratégias de gestão de cadeias de suprimento baseada no SCOR®
Agami, Saleh e Rasmy (2014)	IEEE <i>Xplore</i>	Abordagem baseada em lógica <i>fuzzy</i> para gestão de desempenho de cadeias de suprimento
Bukhori, Widodo e Ismoyowati (2015)	<i>Web of Science</i>	Avaliação de desempenho de cadeias de suprimento de aves domésticas
Abolghasemi, Khodakarami e Tehranifard (2015)	<i>Scopus</i>	Abordagem baseada no SCOR® para avaliação de desempenho e gestão de riscos de cadeia de suprimento
Sellitto et al. (2015)	Google acadêmico	Modelo baseado no SCOR® para medição do desempenho de cadeias de suprimento de calçados

Fonte: Autor

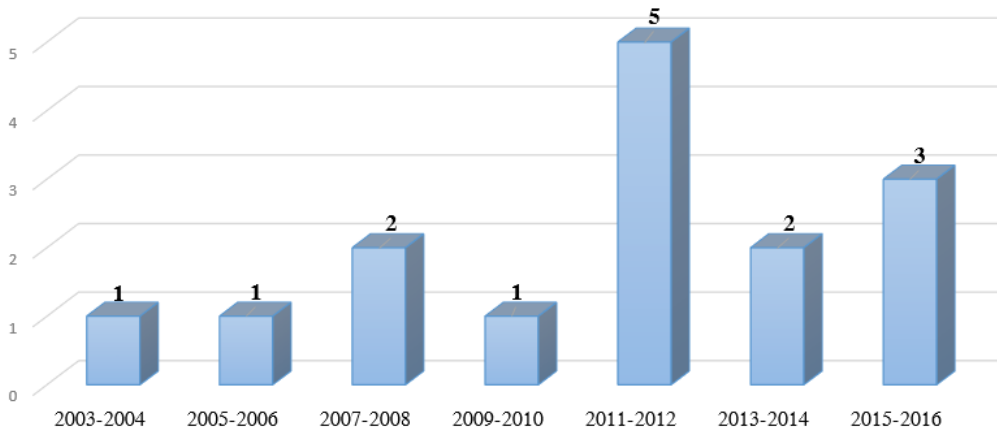
## 4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

### 4.1. ORIGEM DOS ESTUDOS

A Figura 4 apresenta a distribuição dos estudos analisados por ano de publicação. Nota-se que o primeiro modelo foi publicado em 2003 e que a maioria dos estudos (66,6%) foi publicada nos últimos seis anos, o que indica que este é um assunto de pesquisa recente. A Figura 5 apresenta os países de origem dos estudos. Os países com maior número de publicações são Irã e Brasil, seguidos pela China. Como alguns estudos foram desenvolvidos por dois ou mais pesquisadores de países diferentes, a frequência acumulada nesse gráfico é maior que 15.

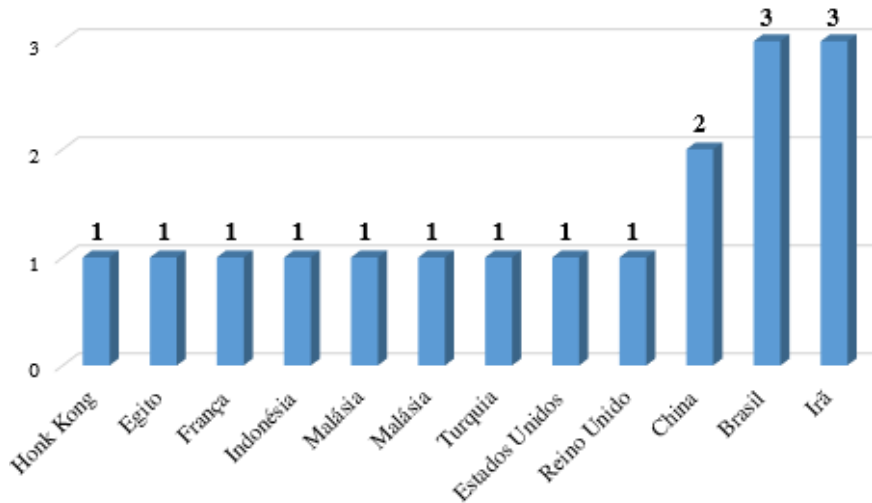
Figura 4 – Distribuição dos estudos por ano de publicação





Fonte: Autor

Figura 5 – Distribuição dos estudos por país



Fonte: Autor

A Figura 6 apresenta uma distribuição dos periódicos em que foram publicados os estudos analisados. Foram identificados 12 periódicos que publicam sobre o assunto, sendo um de origem brasileira (*Production*). O periódico com maior número de publicações é o *Supply Chain Management*, seguido pelo *Journal of Intelligent Manufacturing*. O mapeamento desses periódicos é útil para ajudar pesquisadores deste tema a escolher um veículo adequado para submeter seus artigos, de modo a obter o crivo de avaliadores especializados no tema e a agregar valor ao estudo por meio de contribuições mais precisas e consistentes.

Figura 6 – Distribuição dos estudos por periódico

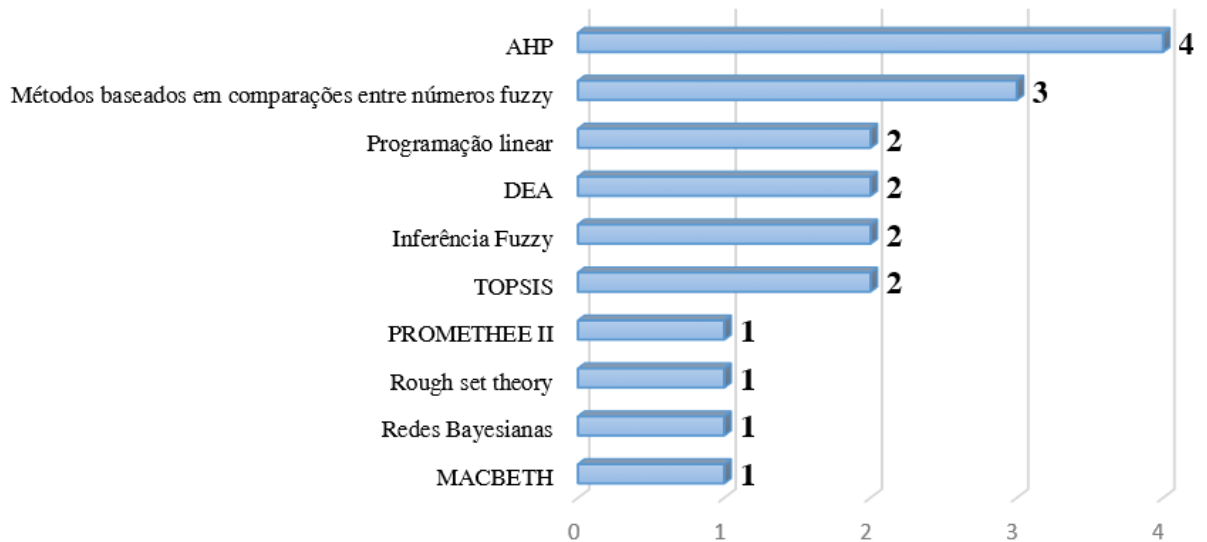


Fonte: Autor

#### 4.2. CARACTERÍSTICAS DOS MODELOS

A Figura 7 apresenta a frequência de uso de todas as técnicas quantitativas identificadas. Dentre os modelos analisados, 9 (60 %) utilizam uma única técnica quantitativa de tomada de decisão e 6 (40 %) combinam o uso de duas ou mais técnicas (por exemplo, adotam o método AHP para ponderar os indicadores e o método TOPSIS para avaliar o desempenho da cadeia). Como algumas técnicas não possuem um nome definido, são pouco conhecidas e tiveram somente uma ocorrência na amostra, estas foram agrupadas como “métodos baseados em comparações entre números *fuzzy*”.

Figura 7 – Frequência de utilização de técnicas quantitativas de apoio à tomada de decisão



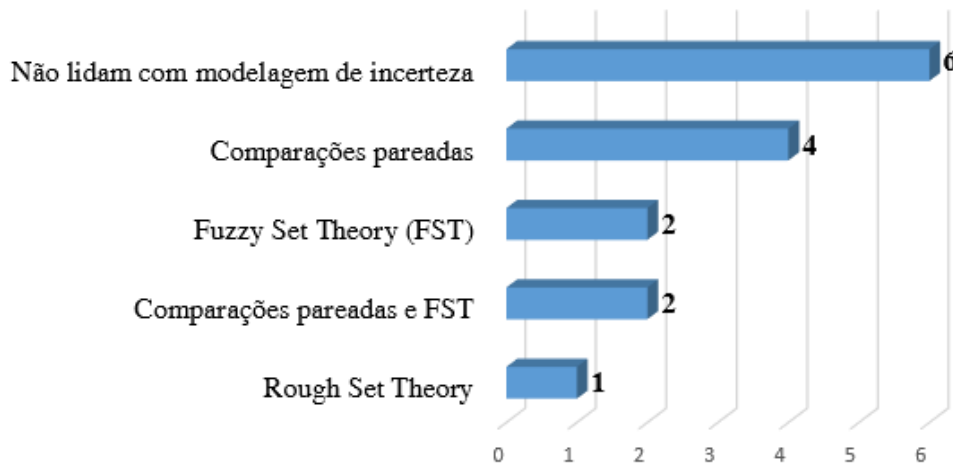
Fonte: Autor

Como pode ser visto na Figura 7, foram identificadas 12 técnicas no total. A mais utilizada dentre aquelas aplicadas isoladamente é o método AHP. Quanto às técnicas aplicadas de forma combinada, destacam-se DEA e programação linear. A variedade de técnicas usadas ajuda a incorporar novas funcionalidades aos sistemas de avaliação de desempenho de cadeias de suprimentos. Enquanto técnicas como o AHP permitem realizar uma análise comparativa visando ao *benchmarking* entre os valores de desempenho alcançados por cada cadeia de suprimentos avaliada (SELLITO; MENDES, 2006), os modelos baseados em inferência *fuzzy* permitem melhor compreensão e análise das relações de causa e efeito entre os indicadores devido ao uso de regras de inferência de fácil interpretação, o que justifica seu uso em sistemas de predição de desempenho (GANGA; CARPINETTI, 2011).

Dentre os 15 modelos, 9 (60%) utilizam alguma abordagem para lidar com incerteza. Isso está relacionado ao fato de avaliação de desempenho de cadeias de suprimentos envolver o uso de variáveis qualitativas, ausência de informação, valores imprecisos e julgamentos subjetivos. Uma vez que a incerteza ocorre tanto na determinação dos pesos dos indicadores quanto na pontuação do desempenho de uma ou mais cadeias avaliadas, o uso de técnicas que lidam com incerteza é de grande valor para este domínio de problema. Conforme mostra a Figura 8, há um grande interesse dos pesquisadores pelas técnicas baseadas comparações pareadas e lógica *fuzzy*. Outra abordagem utilizada é baseada em *rough set theory*. Enquanto técnicas como o AHP utilizam de comparações par a par para avaliar de forma aproximada os valores dos pesos dos indicadores de desempenho e das pontuações da cadeia, as técnicas

baseadas em lógica *fuzzy* e *rough set theory* usam funções de pertinência e matemática intervalar.

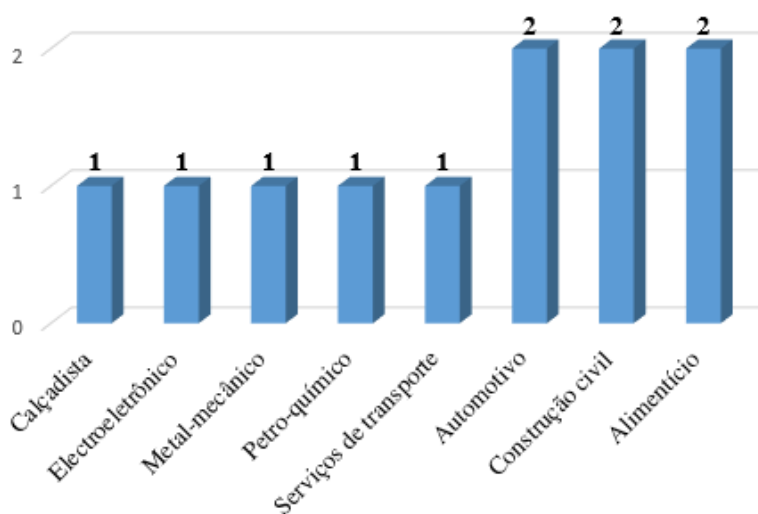
Figura 8 – Abordagens para modelagem de incerteza



### 4.3. APLICAÇÃO E VALIDAÇÃO

No total, 4 estudos (26,6 %) desenvolveram aplicações simuladas dos modelos propostos e 11 (73,3 %) fizeram aplicações baseadas em cenários e informações reais, geralmente provenientes do julgamento de especialistas. Como mostra a Figura 9, dentre as aplicações reais, destacam-se o setor automotivo, de construção civil e alimentício. Acredita-se que o maior número aplicações na indústria automotiva se deva ao fato de este setor ser tradicionalmente pioneiro na adoção de práticas de gestão e de medição de desempenho de fornecedores e de cadeias de suprimentos. Já a incidência de aplicações de medição de desempenho na indústria alimentícia parece estar relacionada à necessidade dessas cadeias de garantir uma logística eficiente para evitar a perda de produtos perecíveis.

Figura 9 – Distribuição das aplicações reais por setor

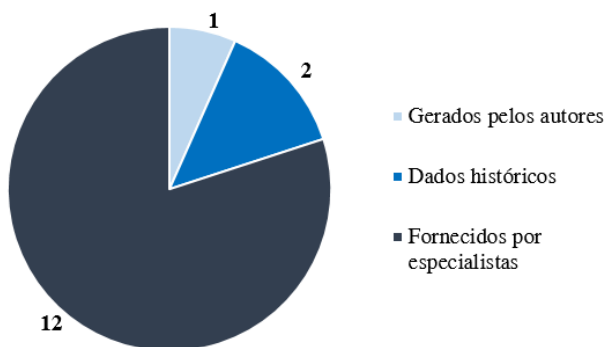


Fonte: Autor

Os modelos de avaliação de desempenho de cadeias de suprimentos também podem se distinguir em relação ao tipo de estratégia competitiva adotada pela cadeia de suprimentos. A grande maioria dos estudos não considera uma estratégia específica (93,3 %), enquanto apenas um modelo é voltado para uma estratégia do tipo sustentável. Não foram encontradas aplicações em cadeias *green*, *ágil*, *lean* e *flexível*.

Quanto aos valores de desempenho alcançados pela(s) cadeia(s) avaliada em cada indicador, conforme ilustra a Figura 10, mais da metade dos estudos estima tais valores com base na opinião de um conjunto de especialistas (80%). Na maioria dos casos, esse conjunto de especialistas é composto por funcionários de compras, qualidade, logística e/ou vendas da empresa-foco avaliada. Em alguns casos, também inclui funcionários de fornecedores, de distribuidores ou ainda clientes finais da cadeia. Somente 2 modelos utilizam dados reais provenientes do histórico de desempenho da cadeia. Esses dados parecem reforçar a dificuldade já relatada em outros estudos para se obter dados reais sobre o desempenho dos processos de gestão de cadeias de suprimentos.

Figura 10 – Origem dos dados utilizados para quantificação do desempenho

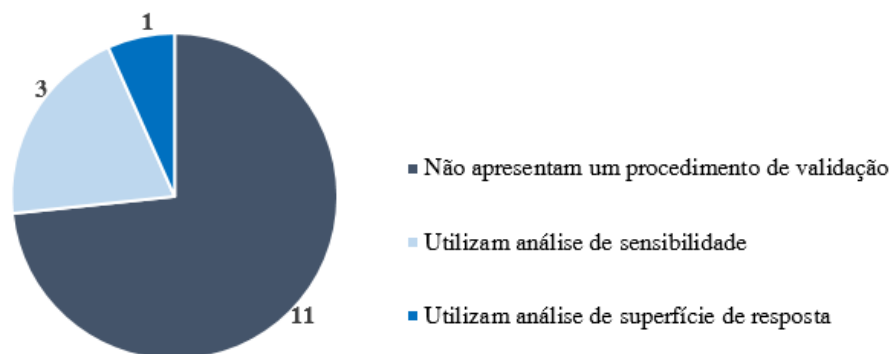


Fonte: Autor

Diferentes abordagens podem ser usadas para validar os modelos propostos e para demonstrar sua adequação à avaliação de desempenho de cadeias de suprimentos. Conforme ilustra a Figura 11, enquanto 73,3 % não adota nenhuma técnica específica para validação do modelo, 20 % realizam experimentos de análise de sensibilidade das respostas obtidas. Isso é feito a partir da análise dos efeitos gerados em uma ou mais variáveis de saída a partir de variações nos valores de entrada do modelo. Somente um estudo realiza experimentos

envolvendo a técnica análise de superfície de resposta para verificar a consistência dos resultados do modelo.

Figura 11 – Abordagens utilizadas para validação dos resultados



Fonte: Autor

#### 4.4 ANÁLISE CRÍTICA E OPORTUNIDADES DE PESQUISA

A realização de um levantamento sistematizado de artigos que propõem modelos quantitativos para avaliação de desempenho de cadeias de suprimentos permitiu identificar algumas tendências e oportunidades para pesquisas futuras. Uma constatação interessante é que 60 % dos modelos são baseados em técnicas voltadas para problemas que envolvem incerteza. Acredita-se que a ampla adoção dessas técnicas se deva à necessidade de considerar o peso relativo dos indicadores de desempenho e de usar indicadores qualitativos (como nível de confiança, colaboração e comunicação) na avaliação de cadeias de suprimentos. A adoção dessas técnicas também pode estar relacionada ao fato de que, na maioria das aplicações, os valores de desempenho da cadeia são avaliados de forma aproximada com base em julgamentos numéricos ou linguísticos de especialistas, uma vez que há grande dificuldade de coleta de dados reais.

Apesar de terem sido identificadas aplicações de 12 técnicas diferentes, ainda há várias técnicas que não foram testadas. Estudos futuros podem considerar o uso de técnicas como *Fuzzy AHP*, *ORESTE (Organization Rangement Et Synthese De Donnes Relationnelles)*, *ANP (Analytic Network Process)*, *Fuzzy ANP*, *SMART (Simple Multi Attribute Rating Technique)*, *intuitionistic fuzzy sets* e *hesitant fuzzy sets*. O método *fuzzy QFD (Quality Deployment Function)* também pode ser aplicado na ponderação das métricas de desempenho, de modo considerar o relacionamento destas métricas com os requisitos competitivos das cadeias

avaliadas. Outra sugestão para estudos futuros consiste no uso do método *fuzzy* TOPSIS para construir modelos de avaliação de desempenho envolvendo *benchmarking* entre cadeias de suprimentos.

Com relação aos modelos de avaliação com abordagem preditiva, verifica-se a oportunidade de desenvolver novos modelos baseados nas métricas do SCOR® em combinação com sistemas *neuro-fuzzy* e com redes neurais artificiais, seja do tipo perceptron multicamada ou redes de função de base radial, permitindo assim a adaptação do modelo preditivo ao ambiente de uso com base em dados históricos. Outra sugestão para estudos futuros consiste na aplicação de redes neurais de entradas atrasadas (*Time Delay Neural Network*, TDNN) para analisar e projetar a estabilidade ao longo do tempo das métricas de desempenho adotadas.

**Em relação às estratégias competitivas consideradas pelos modelos revisados, constatou-se que nenhum dos modelos focam** na avaliação das estratégias *green*, *ágil*, *lean* e flexível. Nesse sentido, novos estudos podem ser desenvolvidos a fim de testar a utilização desses modelos em ambientes que adotam tais estratégias competitivas, bem como para avaliar a adequação de uso das técnicas às particularidades dos ambientes em questão.

Por último, não foram identificados estudos que apontem as vantagens e limitações de uso de diferentes técnicas quando usadas para apoiar a avaliação de desempenho de cadeias de suprimentos. Uma vez que a adequação **das técnicas usadas depende do alinhamento de suas características com os requisitos do domínio de problema em questão, verifica-se a necessidade de desenvolver estudos que avaliem a adequabilidade de diferentes técnicas considerando o contexto de avaliação de desempenho de cadeias de suprimentos.**

## 5. CONCLUSÃO

Este estudo apresentou uma revisão sistemática sobre modelos quantitativos de avaliação de desempenho de cadeias de suprimentos baseados no SCOR®. A partir de uma busca em 5 bases de dados, foram selecionados e analisados 15 estudos, sendo que a maioria deles foi publicada nos últimos seis anos. Tais estudos foram caracterizados considerando informações relacionadas à origem, técnicas usadas, modelagem de incerteza, origem dos dados para avaliação da cadeia, aplicação, validação, dentre outros. Os resultados encontrados mostraram uma predominância de técnicas voltadas para a modelagem de incerteza e uma maior incidência de aplicações reais baseadas na opinião de especialistas. Também indicaram

uma baixa preocupação dos pesquisadores em validar os resultados usando técnicas estatísticas.

As informações apresentadas por este estudo são especialmente úteis para ajudar pesquisadores e praticantes no desenvolvimento de novos modelos de avaliação de desempenho e na comparação de modelos existentes. Com base nas oportunidades de pesquisa identificadas, foram apresentadas diversas sugestões para a realização de estudos futuros, incluindo o uso de técnicas ainda não exploradas nesse domínio de problema, o desenvolvimento de modelos preditivos e de estudos comparativos para avaliar a adequação das técnicas usadas, a aplicação em cadeias que adotam estratégias *lean*, ágil, flexível e *green*, dentre outras sugestões.

Uma limitação deste estudo é que, embora a busca tenha sido feita nas principais bases de dados considerando um amplo intervalo de tempo, pode ser que alguns estudos disponíveis em outras bases de dados não tenham sido analisados. Portanto, esta revisão não é exaustiva e pode ser complementada por estudos futuros.

## REFERÊNCIAS

ABOLGHASEMI, M.; KHODAKARAMI, V.; TEHRANIFARD, H. *A New Approach for Supply Chain Risk Management: Mapping SCOR into Bayesian Network*. **Journal of Industrial Engineering and Management**, v.8, p.280-302, 2015.

AGAMI, N.; SALEH, M.; RASMY, M. *An Innovative Fuzzy Logic Based Approach for Supply Chain Performance Management*. **IEEE System Journal**, v.8, p.336-342, 2014.

BAI, C.; SARKIS, J.; WEI, X.; KOH, L. *Evaluating ecological sustainable performance measures for supply chain management*. **Supply chain management**, v.17, p.78-92, 2012.

BUKHORI, I.B.; WIDODO, K.H.; ISMOYOWATI, D. *Evaluation of Poultry Supply Chain Performance in XYZ Slaughtering House Yogyakarta using SCOR and AHP Method*. **Agriculture and Agricultural Science Procedia**, v.3, p.221–225, 2015.

CHAN, T.S.; QI, H.J. *An innovative performance measurement method for supply chain management*. **Supply chain management**, v.8, n.3, p.123-110, 2003.



CLIVILLÉ, V.; BERRAH, L. *Overall performance measurement in a supply chain: towards a supplier-prime manufacturer based model. Journal of Intelligent Manufacturing*, v.23, p.2459–2469, 2012.

ESTAMPE, D.; LAMOURI, S.; PARIS, J.; BRAHIM-DJELLOUL, S. *A framework for analysing supply chain performance evaluation models. International Journal of Production Economics*, v. 142, p. 247-258, 2013.

GANGA, G.M.D.; CARPINETTI, L.C.R. *A fuzzy logic approach to supply chain performance management. International Journal of Production Economics*, v.134, p.177-187, 2011.

GOLPARVAR, M.; SEIFBARGHY, M. *Application of SCOR Model in an Oil- producing Company. Journal of Industrial Engineering*, v.4, p.59- 69, 2009.

HANDFIELD, R.B.; NICHOLS, E.L. *Introduction to Supply Chain Management. Prentice-Hall: Englewood Cliffs*, 1999.

JALALVAND, F.; TEIMOURY, E.; MAKUI, A.; ARYANEZHAD, M.B.; JOLAI, F. *A method to compare supply chains of an industry. Supply chain management*, v.16, p.82-97, 2011.

KOCAOGLU, B.; GÜLSÜN, B.; TANYA, M. *A SCOR based approach for measuring a benchmarkable supply chain performance. Journal of Intelligent Manufacturing*, v.24, p.113-132, 2013.

LAMBERT, D.M.; COOPER, M.C.; PAGH, J.D. *Supply Chain Management: Implementation Issues and Research Opportunities. The Journal of Logistics Management*, v.9, p.1-20, 1998.

LIMA JUNIOR, F.R. *Avaliação da adequabilidade de Redes Neurais Artificiais e Sistemas Neuro-fuzzy no apoio à Predição de Desempenho de Cadeias de Suprimentos baseada no SCOR. São Carlos: USP, 2016. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2016.*

SCC. *Supply Chain Operations Reference Model, version 11*. **Supply Chain Council**, 2012.

SELLITTO, M.A.; MENDES, L.W. *Avaliação comparativa do desempenho de três cadeias de suprimentos em manufatura*. **Production**, v.16, n.3, p.552-568, 2006.

SELLITTO, M.A.; PEREIRA, G.M.; BORCHARDT, M.; SILVA, R.; VIEGAS, C.V. *A SCOR-based model for supply chain performance measurement: application in the footwear industry*. **International Journal of Production Research**, v.53, p.4917–4926, 2015.

SWEENEY, E. *Towards a unified definition of supply chain management: The four fundamentals*. **International Journal of Applied Logistics**, v. 2, p.30-48, 2011.

THEERANUPHATTANA, A.; TANG, J.C.S. *A conceptual model of performance measurement for supply chains: Alternative considerations*. **Journal of Manufacturing Technology**, v.19, p.125-148, 2008.

WONG, W.P.; WONG, K.Y. *Supply chain performance measurement system using DEA modeling*. **Industrial Management & Data Systems**, v.107, p.361-381, 2007.

YANG, J.; JIANG, H. *Fuzzy Evaluation on Supply Chains' Overall Performance Based on AHM and M(1,2,3)*. **Journal of software**, v.12, p.2779-2786, 2012.