

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO
MESTRADO EM ADMINISTRAÇÃO

WILLIAM VIANA BORGES

**PROPOSTA E APLICAÇÃO DE UM MODELO *HESITANT FUZZY-TOPSIS* PARA
SEGMENTAÇÃO DE FORNECEDORES**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

CURITIBA

2021

WILLIAM VIANA BORGES

**PROPOSTA E APLICAÇÃO DE UM MODELO *HESITANT FUZZY-TOPSIS*
PARA SEGMENTAÇÃO DE FORNECEDORES**

**Proposal and application of a Hesitant Fuzzy-TOPSIS model for
segmentation of suppliers**

Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Administração no Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador: Prof. Dr. Francisco Rodrigues Lima Junior

CURITIBA

2021



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

Esta licença permite que outros remixem, adaptem e criem a partir do trabalho licenciado para fins não comerciais, desde que atribuam ao autor o devido crédito. Os usuários não têm que licenciar os trabalhos derivados sob os mesmos termos estabelecidos pelo autor do trabalho original.



**Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Curitiba**



WILLIAM VIANA BORGES

PROPOSTA E APLICAÇÃO DE UM MODELO HESITANT FUZZY-TOPSIS PARA SEGMENTAÇÃO DE FORNECEDORES

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestre Em Administração da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Organizações E Tecnologia.

Data de aprovação: 04 de Março de 2021

Prof Francisco Rodrigues Lima Junior, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof Jurandir Peinado, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof Luiz Cesar Ribeiro Carpinetti, Doutorado - Universidade de São Paulo (Usp)

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 06/03/2021.

RESUMO

BORGES, W. V. **Proposta e aplicação de um modelo *Hesitant Fuzzy-TOPSIS* para segmentação de fornecedores**. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2021.

O objetivo deste trabalho consiste na proposição de um modelo para segmentação de fornecedores sustentáveis com base na abordagem de segmentação de Rezaei e Ortt (2012) e na técnica *Hesitant Fuzzy-TOPSIS* (BEG; RASHID, 2013). Entre as contribuições deste trabalho está uma revisão sistemática da literatura sobre modelos quantitativos para segmentação de fornecedores. Por meio dessa revisão foi possível identificar algumas lacunas de pesquisa, como a escassez de modelos de segmentação voltados para a sustentabilidade e a falta de um modelo de decisão que sirva de apoio para tomadores de decisão em situações de hesitação e incerteza, nas quais é preferível o uso de expressões linguísticas. O modelo proposto neste trabalho visa preencher tais lacunas de pesquisa e é outra contribuição do presente estudo. Com o auxílio do *software* Microsoft Excel®, um modelo computacional foi elaborado e aplicado em uma Usina Hidrelétrica brasileira. Os resultados desta aplicação, juntamente com a condução de uma análise de sensibilidade, indicam que o modelo proposto apresenta resultados consistentes e é uma alternativa para contornar as lacunas de pesquisa descritas anteriormente.

Palavras-chave: Segmentação de Fornecedores; *Supplier Potencial Matrix*; *Hesitant Fuzzy-TOPSIS*; Decisão Multicritério; Gestão de Cadeias de Suprimentos Sustentáveis.

ABSTRACT

BORGES, W. V. **Proposta e aplicação de um modelo *Hesitant Fuzzy-TOPSIS* para segmentação de fornecedores**. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2021.

The objective of this work is to propose a model for sustainable supplier segmentation based on the segmentation approach of Rezaei and Ortt (2012) and the Hesitant Fuzzy-TOPSIS technique (BEG; RASHID, 2013). Among the contributions of this work are a systematic review of the literature on quantitative models for segmenting suppliers. Through this review, it was possible to identify some research gaps, such as the scarcity of segmentation models focused on sustainability and the lack of a decision model to support decision makers in situations of hesitation and uncertainty, in which it is preferable the use of linguistic expressions. The model proposed in this work aims to fill these research gaps and it is another contribution this present study. With the aid of Microsoft Excel © software, a computational model was developed and applied in a Brazilian Hydroelectric Powerplant. The results of this application, along with the conduction of a sensitivity analysis, indicate that the proposed model presents consistent results and it is an alternative to overcome the research gaps described above.

Keywords: Supplier Segmentation; Supplier Potential Matrix; Hesitant Fuzzy-TOPSIS; Multicriteria Decision Making; Sustainable Supply Chain Management.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estrutura Integrada de SRM.....	29
Figura 2 - Matriz de Kraljic (1983).....	40
Figura 3 - Matriz de Rezaei e Ortt (2012).....	41
Figura 4 - Fatores considerados na análise dos estudos selecionados.....	45
Figura 5 - Frequência de cada propósito.....	58
Figura 6 - Quantidade de estudos por triênio.....	59
Figura 7 - Quantidade de publicações por periódico.....	60
Figura 8 - Quantidade de estudos publicados por país de origem.....	61
Figura 9 - Tipo de cadeia de suprimentos.....	62
Figura 10 - Frequência das dimensões de segmentação.....	72
Figura 11 - Percentual referente a escolha dos critérios.....	73
Figura 12 - Frequência das técnicas empregadas.....	74
Figura 13 - Tipo dos modelos considerando as técnicas quantitativas empregadas.....	75
Figura 14 - Fonte dos dados de desempenho dos fornecedores.....	76
Figura 15 - Validação do modelo.....	76
Figura 16 – Conjunto fuzzy e semântica.....	79
Figura 17 – Modelo proposto para segmentação de fornecedores.....	86
Figura 18 - Relacionamento dos critérios, pontuações das alternativas e a dimensão “disposição para colaborar dos fornecedores”.....	88
Figura 19 - Relacionamento dos critérios, pontuações das alternativas e a dimensão “capacidades dos fornecedores”.....	88
Figura 20 – Exemplo de matriz de segmentação.....	89
Figura 21 - Posicionamento dos fornecedores na matriz de segmentação.....	108

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Critérios sustentáveis para gestão de fornecedores	26
Quadro 2 - Tipos de abordagens de segmentação de fornecedores	32
Quadro 3 - Breve descrição e propósito dos modelos de segmentação de fornecedores	48
Quadro 4 – Dimensões, critérios de segmentação e grupos de fornecedores	63
Quadro 5 - Lista de critérios da dimensão "disposição para colaborar"	91
Quadro 6 - Atribuição de julgamentos linguísticos para os pesos dos critérios da dimensão "disposição para colaborar"	92
Quadro 7 - Lista de critérios da dimensão "capacidades"	94
Quadro 8 - Atribuição de julgamentos linguísticos para os critérios da dimensão "capacidades dos fornecedores"	95
Quadro 9 - (Especialista 1) Atribuição de julgamentos linguísticos para os fornecedores quanto aos critérios da dimensão "disposição para colaborar"	99
Quadro 10 - (Especialista 2) Atribuição de julgamentos linguísticos para os fornecedores quanto aos critérios da dimensão "disposição para colaborar"	100
Quadro 11 - (Especialista 1) Atribuição de julgamentos linguísticos para os fornecedores quanto aos critérios da dimensão "capacidades"	105
Quadro 12 - (Especialista 2) Atribuição de julgamentos linguísticos para os fornecedores quanto aos critérios da dimensão "capacidades"	106
Quadro 13 - Julgamentos linguísticos dos pesos dos critérios da dimensão "disposição para colaborar" para os três cenários	111
Quadro 14 - Julgamento linguísticos dos pesos dos critérios da dimensão "capacidades" para os três cenários.....	112

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultados da aplicação do procedimento de busca e seleção de artigos	44
Tabela 2 - Valores agregados dos julgamentos dos pesos dos critérios da dimensão “disposição para colaborar”	92
Tabela 3 - Matriz de separação ideal negativa da dimensão “disposição para colaborar”	93
Tabela 4 - Matriz de separação ideal positiva da dimensão “disposição para colaborar”	93
Tabela 5 - Pesos dos critérios normalizados da dimensão “disposição para colaborar”	94
Tabela 6 - Pesos dos critérios normalizados da dimensão “capacidades”	96
Tabela 7 - Valores agregados das avaliações para a dimensão “disposição para colaborar”	101
Tabela 8 - Solução ideal positiva e solução ideal negativa para a avaliação dos fornecedores na dimensão 'disposição'	102
Tabela 9 - Distâncias dos valores das alternativas em relação a PIS.....	102
Tabela 10 - Distâncias dos valores das alternativas em relação a NIS	103
Tabela 11 - Resultado do cálculo de RC	103
Tabela 12 - Resultado do cálculo de RC normalizado para a dimensão “disposição para colaborar”	104
Tabela 13 - Resultado do cálculo de RC normalizado para a dimensão “capacidades”	107
Tabela 14 - Grupos de fornecedores para os três cenários	113
Tabela 15 - Valores normalizados de RC para os três cenários	114

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

Sigla	Significado
AHP	<i>Analytic Hierarchy Process</i>
DEMATEL	<i>Decision-Making Trial and Evaluation Laboratory</i>
ELECTRE	<i>Elimination and Choice Expressing Reality</i>
HFTOPSIS	<i>Hesitant Fuzzy-TOPSIS</i>
HFLTTS	<i>Hesitant Fuzzy Linguistic Term Sets</i>
MCDM	<i>Multicriteria Decision Making</i>
NIS	<i>Negative Ideal Solution</i>
PIS	<i>Positive Ideal Solution</i>
PSA	<i>Product and Service Agreements</i>
RC	<i>Relative Closeness</i>
SCM	<i>Supply Chain Management</i>
SPM	<i>Supplier Potencial Matrix</i>
SRM	<i>Supplier Relationship Management</i>
TBL	<i>Triple Bottom Line</i>
TOPSIS	<i>Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	Formulação do Problema de Pesquisa	14
1.2	Objetivos da Pesquisa	16
1.3	Relevância do Estudo	16
1.4	Estrutura da Dissertação	17
2	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	19
2.1	Característica da Pesquisa	19
2.2	Etapas de Pesquisa	19
2.3	Procedimentos para Coleta de Dados	21
2.4	Procedimentos para Análise de Dados	21
3	REFERENCIAL TEÓRICO	22
3.1	Gestão da Cadeia de Suprimentos	22
3.1.1	Gestão de cadeia de suprimentos sustentáveis.....	23
3.2	Gestão de Relacionamento com Fornecedores	27
3.3	Segmentação de Fornecedores	30
3.3.1	Abordagem de Kraljic (1983)	40
3.3.2	Abordagem de Rezaei e Ortt (2012).....	41
3.4	Modelos de Decisão para Segmentação de Fornecedores	42
3.4.1	Procedimentos de Busca e Seleção de Artigos	43
3.4.2	Fatores Considerados na Caracterização dos Estudos Seleccionados	44
3.4.3	Análise dos Resultados.....	47
3.4.4	Lacunas de Pesquisa Identificadas	77
3.5	Fundamentos do Método <i>Hesitant Fuzzy-TOPSIS</i>	78
3.5.1	<i>Hesitant Fuzzy Linguistic Term Sets</i>	79
3.5.2	<i>Hesitant Fuzzy-TOPSIS</i>	80
4	MODELO PROPOSTO	85
5	APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO	90
5.1	Apresentação da Empresa	90

5.2	Etapas de Aplicação do Modelo Proposto.....	90
5.2.1	Etapa 1: Definição e avaliação dos pesos dos critérios.....	90
5.2.2	Etapa 2: Avaliação do desempenho dos fornecedores	97
5.2.3	Etapa 3: Categorização dos fornecedores	107
6	ANÁLISE DE SENSIBILIDADE	110
6.1	Análise de Sensibilidade do Modelo Proposto	110
7	CONCLUSÃO.....	116
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	118

1 INTRODUÇÃO

Cadeias de suprimentos podem ser compostas por diferentes tipos de organizações, tais como: fabricantes, transportadores, armazéns e varejistas. A gestão da cadeia suprimentos (SCM), como Cooper, Lambert e Pagh (1997, p. 2) definiram, “é uma filosofia integradora para gerenciar o fluxo total de um canal de distribuição do fornecedor ao usuário final”. Alguns benefícios que podem ser alcançados por meio da gestão adequada de cadeias de suprimentos incluem respostas rápidas às necessidades do consumidor, redução do custo de transação e redução do tempo total de transação (MONCZKA et al., 2009).

Demandas por parte da sociedade, agentes econômicos e das próprias organizações estimulam práticas sustentáveis de eficiência energética e hídrica, além do controle de emissões de carbono, contribuindo para a geração de vantagens competitivas (REUTER et al., 2010). Neste contexto, surgiu o conceito de gestão de cadeias sustentáveis, que considera que as organizações precisam se envolver em atividades que impactam não somente no desenvolvimento econômico, mas também no meio ambiente e na sociedade, ou seja, uma organização assume uma posição responsável sobre a prosperidade econômica, qualidade ambiental e justiça social (BAI; SARKIS, 2010a).

A terceirização pode ser definida como a “aquisição de bens e serviços e/ou o desempenho de atividades que agregam valor de fornecedores externos” (BAATARTOGTOKH; DUNBAR; ZYL, 2018). As empresas procuram não exercer todas as atividades necessárias à geração de um produto ou serviço, elas buscam uma maior interação com os seus fornecedores visando focar em suas competências chave a fim de elevar os ganhos de desempenho da cadeia como um todo (DESAI, 2009). Dessa forma, dentre os principais processos que compõem a SCM, está a gestão de relacionamento com fornecedores. A gestão de relacionamento com fornecedores (SRM) pode ser definida, segundo Moeller et al. (2006, p. 73) como:

“o processo de se engajar em atividades de criação, desenvolvimento, estabilização e resolução de relacionamentos com fornecedores internos, bem como a observação de fornecedores externos para criar e aprimorar valor dentro dos relacionamentos.”

A globalização gera um cenário onde diversos fornecedores em diversas partes do globo integram uma cadeia de suprimentos. Por estarem localizados em diversos países, estes fornecedores possuem diferenças culturais e competências estratégicas que significativamente diferem da empresa foco. Neste contexto, uma prática que vêm sendo amplamente adotada pelas empresas foco é a segmentação de fornecedores. Baseados em Kotler et al. (2005), Day, Magnan e Moeller (2010, p. 626) definem a segmentação de fornecedores como:

“um processo que envolve a divisão de fornecedores em grupos distintos, com diferentes necessidades, características ou comportamento, exigindo diferentes tipos de estruturas de relacionamento entre empresas, a fim de obter valor de troca”.

Uma vez que os fornecedores são escolhidos, após a contratação, estes podem ser divididos em grupos de acordo com as suas similaridades. Uma ferramenta frequentemente utilizada para realizar a segmentação de fornecedores é chamada matriz de segmentação (DAY et al., 2010). É composta geralmente de dois eixos, sendo que cada eixo representa uma dimensão de desempenho considerada importante para o comprador. O cruzamento entre tais dimensões define alguns quadrantes na matriz, que representam grupos específicos de fornecedores e também podem orientar a tomada de ações apropriadas para o gerenciamento de cada grupo (SVENSSON, 2004). Definidas as dimensões que irão compor a matriz de segmentação, se faz necessário classificar os fornecedores quanto a um conjunto de critérios associados a cada dimensão. Dada a necessidade de considerar o desempenho de diversos fornecedores em múltiplos critérios, que geralmente possuem níveis de importância relativa (ou pesos) diferentes, os métodos quantitativos de apoio à decisão multicritério podem ser bastante úteis para auxiliar nesse processo de avaliação e classificação (CHITHAMBARANATHAN, et al., 2015).

Na literatura, existem diversos modelos de decisão voltados para a segmentação de fornecedores. Há modelos que permitem usar critérios com diferentes pesos, alguns apoiam decisão em grupo, uns utilizam valores numéricos, outros variáveis linguísticas. Um destes modelos, proposto por Park et al. (2010), é baseado na técnica AHP (SAATY, 1980), a qual é adequada para situações em que os critérios são avaliados a partir de julgamentos definidos através de comparações par-a-par utilizando de valores numéricos. Rezai e Ortt (2013) apresentaram um

outro modelo para segmentação de fornecedores, este possui como característica a definição de variáveis linguísticas através do emprego da Teoria dos Conjuntos Fuzzy (ZADEH, 1965). Além de modelos que se utilizam de apenas uma técnica de decisão, existe também um grande número de modelos que aplicam técnicas combinadas.

1.1 Formulação do Problema de Pesquisa

Foi identificada uma crescente quantidade de trabalhos que tratam sobre a segmentação de fornecedores. Boa parte desses trabalhos correspondem a propostas de modelos quantitativos seguidos de um caso de aplicação (PARK et al., 2010; REZAEI; ORTT, 2013; OSIRIO; LIMA-JUNIOR; CARPINETTI, 2014). Outros abordam propostas de novas matrizes de segmentação a partir da definição das variáveis que compõem as dimensões da matriz e seus critérios de segmentação (OLSEN; ELLRAM, 1997; NELLORE; SÖDERQUIST, 2000; SVENSSON, 2004; REZAEI; LAJIMI, 2019). Foi encontrado apenas um trabalho de revisão bibliográfica sobre as bases de segmentação de fornecedores, este trabalho cria uma taxonomia sobre o tema (DAY; MAGNAN; MOELLER, 2010).

Nos últimos anos pode ser observada uma alta na quantidade de artigos científicos publicados que exploram a aplicação de métodos quantitativos para segmentação de fornecedores (ver seção 3.4). Portanto, visando a identificação de oportunidades de pesquisa que tratam sobre métodos quantitativos para segmentação de fornecedores, realizou-se uma revisão sistemática da literatura. Por meio dela foi possível identificar que as dimensões de segmentação mais utilizadas são “capacidades dos fornecedores” e “disposição dos fornecedores para colaborar”, as quais foram propostas por Rezaei e Ortt (2012). Foi possível notar que 34,6% dos modelos não apresentam a habilidade para modelar decisões sob incerteza, caracterizadas pelo uso de julgamentos incertos e avaliações qualitativas coletadas de especialistas. Outra constatação foi a de que dentre os modelos de segmentação que possuem abordagem para modelar incerteza, 58,82% requerem o uso de comparações pareadas, o que limita o número de critérios e/ou alternativas na análise e aumenta a quantidade de julgamentos requeridos dos especialistas.

Sobre o tipo de estratégia de SCM, observou-se que apenas um dos modelos são direcionados especificamente para cadeias de suprimentos sustentáveis. Esse modelo proposto por Torres-Ruiz e Ravindran (2018) se utiliza da técnica AHP para pontuar os critérios analisados. Contudo, uma das limitações desta técnica diz respeito ao limite da quantidade de variáveis de entrada, já que esta fica limitada pela habilidade humana em realizar as comparações pareadas dos julgamentos de forma consistente (LIMA-JUNIOR; OSIRO; CARPINETTI, 2014). Outras limitações decorrentes do uso do AHP se referem à dificuldade de garantir a consistência de julgamentos e à possibilidade de inversão do ranqueamento quando são incluídas novas alternativas (LIMA-JUNIOR; OSIRO; CARPINETTI, 2014).

Tendo em vista as constatações feitas anteriormente, verificou-se que não há na literatura um modelo de segmentação de fornecedores que suporte processos de decisão em grupo em situações de incerteza e hesitação. Ou seja, não há modelos que possibilitem considerar a opinião de dois ou mais especialistas envolvidos no processo decisório, quando estes especialistas hesitam ao fornecer seus julgamentos sobre o peso dos critérios e o desempenho dos fornecedores. Os modelos *fuzzy* que existem forçam o decisor nesses casos a escolher um único termo linguístico, não permitindo usar mais de um termo linguístico simultaneamente, nem termos linguísticos como “entre baixo e médio” ou “pelo menos alto”. Observou-se também a não existência de um modelo de segmentação de fornecedores que se utilize da técnica *Hesitant Fuzzy-TOPSIS*, técnica que tem potencial para contornar os problemas levantados anteriormente, pois esta técnica suporta decisão em grupo em situações de incerteza e hesitação, e não limita a quantidade de variáveis de entrada. Contudo, a técnica *Hesitant Fuzzy-TOPSIS* possui como limitação a impossibilidade da atribuição de pesos para os seus critérios. Para contornar essa limitação, este estudo utilizou-se de uma adaptação da técnica baseada no trabalho de Magalhães (2019).

Portanto, não há na literatura um modelo de segmentação de fornecedores sustentáveis que permita a decisão em grupo, em que a sua aplicação se dê em um cenário de incerteza, onde haja hesitação dos tomadores de decisão na atribuição de julgamentos linguísticos para a avaliação de fornecedores e que possibilite a atribuição de pesos para os critérios de avaliação.

1.2 Objetivos da Pesquisa

O objetivo principal deste estudo é propor e aplicar um modelo de segmentação de fornecedores sustentáveis baseado na técnica *Hesitant Fuzzy-TOPSIS*. Para alcançar este objetivo principal, definiu-se os seguintes objetivos secundários:

- a) Identificar e mapear os modelos de segmentação de fornecedores que utilizam de métodos quantitativos, buscando identificar as técnicas e os critérios adotados, bem como as principais dimensões de segmentação;
- b) Propor um modelo de segmentação de fornecedores sustentáveis que seja adequado para decisões em grupo e ambientes de incerteza e hesitação;
- c) Elaborar um modelo computacional com base nas equações do método *Hesitant Fuzzy-TOPSIS*;
- d) Aplicar o modelo proposto em um caso ilustrativo, utilizando dados reais fornecidos por especialistas de uma empresa;
- a) Analisar a adequação do modelo por meio de uma análise de sensibilidade.

1.3 Relevância do Estudo

Em relação às potenciais contribuições geradas por este estudo, ressalta-se que não há na literatura uma revisão sistemática sobre o tema “modelos quantitativos para segmentação de fornecedores”. Por meio do desenvolvimento de uma revisão sistemática sobre esse tema, este estudo possibilitou traçar um panorama do estado da arte, podendo também auxiliar no desenvolvimento de novos modelos de segmentação de fornecedores, orientar estudos comparativos entre técnicas aplicadas a este domínio de problema e identificar tendências sobre o tema em questão.

Com base nos resultados obtidos da revisão sistemática, identificou-se a ausência de um modelo específico para segmentação de fornecedores, que possua abordagem para lidar com hesitação dos decisores em um contexto de cadeias

sustentáveis. Este trabalho propõe tal modelo se utilizando da técnica *Hesitant Fuzzy-TOPSIS* a fim de lidar com um ambiente de incerteza e hesitação, onde a tomada de decisões é realizada através de um grupo de especialistas que realizam julgamentos de valor a partir do uso de expressões linguísticas. Os resultados deste estudo contribuem de forma geral para a prática gerencial e acadêmica, pois o modelo proposto neste trabalho tem como base a sustentabilidade da cadeia de suprimentos, auxiliando empresas e pesquisadores na segmentação de fornecedores e no planejamento de programas de desenvolvimento de fornecedores sustentáveis.

1.4 Estrutura da Dissertação

Esta dissertação foi dividida em 7 capítulos. O primeiro capítulo (no qual esta parte está inserida) corresponde à introdução ao tema em questão, apresentação do problema de pesquisa, objetivo geral e específicos. O segundo capítulo aborda sobre os procedimentos metodológicos adotados.

O terceiro capítulo abrange a revisão teórica sobre o tema e foi dividido em cinco seções:

- i) Gestão da cadeia de suprimentos: aborda os principais conceitos que abrangem a esfera de conhecimento referente a esta área;
- ii) Gestão de relacionamento com fornecedores: discute os processos que compõem esta etapa da gestão da cadeia de suprimentos;
- iii) Segmentação de fornecedores: apresenta conceitos fundamentais relacionados ao tema, bem como critérios e matrizes de segmentação;
- iv) Modelos de decisão para segmentação de fornecedores: consiste em uma revisão sistemática da literatura que tem como objetivo evidenciar lacunas de pesquisa e traçar um panorama sobre o estado da arte referente ao tema “métodos quantitativos para segmentação de fornecedores”;
- v) Apresentação da técnica utilizada: nesta seção será apresentada a técnica que compõe o modelo de segmentação proposto.

No quarto capítulo será apresentado um modelo de segmentação de fornecedores com base na abordagem de Rezaei e Ortt (2012) e na técnica *Hesitant Fuzzy-TOPSIS*. Já no quinto capítulo são apresentados os resultados da aplicação do modelo proposto baseada em dados reais. O sexto capítulo corresponde à uma análise de sensibilidade realizada em três cenários distintos. Por último, no sétimo capítulo, são discutidas as conclusões deste trabalho e oportunidades para estudos futuros.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Neste capítulo são abordados os procedimentos metodológicos que compõem esta dissertação. Nas próximas seções são apresentadas as características e as etapas de pesquisa, bem como os procedimentos para coleta e análise de dados.

2.1 Característica da Pesquisa

A pesquisa axiomática normativa tem como característica a obtenção de soluções dentro do modelo definido e garantir que essas soluções forneçam *insights* sobre a estrutura do problema (BERTRAND e FRANSOO, 2002). Bertrand e Fransoo (2002, p. 242) afirmam que os “modelos quantitativos são baseados em um conjunto de variáveis que mudam através de um domínio específico, enquanto relações quantitativas e causais foram definidas entre essas variáveis”. Portanto, pode-se caracterizar este trabalho como sendo uma pesquisa axiomática descritiva baseada em modelos quantitativos, pelo fato desse estudo propor um modelo de apoio à tomada de decisão para problemas que envolvam a segmentação de fornecedores.

2.2 Etapas de Pesquisa

Tendo em vista os objetivos traçados na seção 1.2, foram estabelecidas as seguintes etapas de pesquisa:

- a) Revisão bibliográfica: esta etapa consiste na composição de um referencial teórico (seções 3.1, 3.2 e 3.3). Para compor essas seções serviram de base trabalhos nacionais e internacionais, como: dissertações de mestrado e teses de doutorado, livros internacionais e artigos científicos internacionais presentes nas principais bases de dados sobre o tema (Science Direct; Springer; Scopus; Emerald Insight; IEEE Xplore®; Taylor & Francis; e Wiley). Na seção 3.1 são explorados conceitos e fundamentos sobre a SCM, tais como estratégias de gestão (sustentável, *lean*, *green*, entre outras) e mais especificamente, na

subseção 3.1.1, é explorada a estratégia sustentável para SCM. Já a seção 3.2 foca em um processo específico da SCM, a gestão do relacionamento com os fornecedores (SRM). A seção 3.3 trata de um processo específico da SRM, a segmentação de fornecedores, que pode ser considerado como um alicerce para este trabalho. Essas três seções apresentadas anteriormente (seções 3.1, 3.2 e 3.3) serviram como base para a elaboração da seção 3.4, a qual apresenta uma revisão sistemática da literatura que trata sobre modelos de decisão para segmentação de fornecedores. O desenvolvimento da seção 3.4 é de grande importância para o desenvolvimento das etapas seguintes, pois é através dela que se evidenciaram algumas lacunas de pesquisa que o modelo proposto neste trabalho procura preencher;

- b) Modelagem e simulação computacional: a partir de uma proposta de um modelo de decisão para segmentação de fornecedores (Capítulo 4), com embasamento na abordagem de segmentação proposta por Rezaei e Ortt (2012) e na técnica *Hesitant Fuzzy-TOPSIS*, um modelo computacional será implementado usando o *software Microsoft Excel*. A escolha dessa ferramenta se deu ao fato dela ser amplamente utilizada no meio acadêmico e empresarial, além de propiciar uma implementação mais simples e transparente. Os critérios foram escolhidos por especialistas com base em uma listagem extraída da literatura. O modelo foi aplicado utilizando as informações advindas da pesquisa em campo;
- c) Aplicação do modelo: foi realizada uma aplicação do modelo em uma Usina Hidrelétrica brasileira. Esta empresa que possui uma base ampla de suprimento e os decisores entrevistados possuem conhecimento sobre o desempenho dos fornecedores analisados;
- d) Análise de sensibilidade: após a aplicação do modelo, foi conduzida uma análise de sensibilidade com o auxílio de uma planilha eletrônica para testar o efeito da variação dos pesos dos critérios na categorização dos fornecedores, além de prover subsídios para análise da consistência dos resultados;

- e) Discussão dos resultados e conclusões: nesta etapa foram exploradas as vantagens e limitações do modelo proposto, bem como a sua capacidade de solução de problemas que envolvam tomadas de decisão em um contexto de segmentação de fornecedores.

2.3 Procedimentos para Coleta de Dados

Os dados utilizados para este trabalho foram coletados através de julgamentos linguísticos de especialistas responsáveis pelo processo de compras de Usina Hidrelétrica. Esses julgamentos foram coletados através de uma videoconferência e tabulados em uma planilha eletrônica para a sua análise. O formulário desenvolvido para coletar esses julgamentos está disposto no **Apêndice A**.

2.4 Procedimentos para Análise de Dados

A análise dos dados ocorreu a partir da aplicação do modelo proposto descrito no capítulo 4. Uma vez que completadas todas as etapas do modelo com o auxílio de uma planilha programável, a análise de sensibilidade foi conduzida para analisar a adequação do modelo.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

A revisão da literatura que compõe este trabalho pode ser dividida em cinco partes. A primeira parte diz respeito a uma conceituação e definição sobre a gestão da cadeia de suprimentos, trata sobre os diferentes tipos de cadeia de suprimentos e explora mais a fundo as cadeias sustentáveis. A segunda parte trata sobre o processo de gestão de relacionamento com fornecedores (SRM), dando um enfoque nos tipos e etapas de algumas estruturas integradas de SRM. A terceira parte trata da literatura especializada na prática de segmentação de fornecedores, nela são apresentadas algumas abordagens de segmentação, na quarta parte é apresentada uma revisão bibliográfica que trata sobre métodos quantitativos para segmentação de fornecedores. Por fim, na quinta parte é apresentada a técnica que compõe o modelo proposto.

3.1 Gestão da Cadeia de Suprimentos

Na literatura existe uma ampla variedade de definições sobre SCM. Stock e Boyer (2009, p. 706) sugeriram a seguinte definição:

“O gerenciamento de uma rede de relacionamentos dentro uma empresa e entre organizações interdependentes e unidades de negócios constituídas por fornecedores de materiais, compras, instalações de produção, logística, marketing e sistemas relacionados que facilitam o avanço e reversão fluxo de materiais, serviços, finanças e informações do produtor original ao cliente final com o benefício de agregar valor, maximizar a lucratividade através de eficiências e alcançando a satisfação do cliente.”

Além dos conceitos clássicos de SCM, há outros que levam em conta a orientação estratégica das empresas que compõem a cadeia. Aspectos ambientais passaram a se tornar de grande importância para a gestão de certas cadeias de suprimentos e passaram a ser considerados por meio da gestão de cadeias de suprimentos verde ou “*green*”. Para Srivastava (2007, p. 54-55), esse conceito consiste em:

“Integrar o pensamento ambiental ao gerenciamento da cadeia de suprimentos, incluindo design do produto, seleção e fornecimento de materiais, processos de fabricação, entrega do produto final aos consumidores e gerenciamento do fim da vida útil do produto após sua vida útil.”

Em um contexto digital, surgiu a ideia de cadeias de suprimentos 4.0, conceituada por Makris et al. (2019) como:

"uma cadeia de suprimentos que envolve estreita colaboração de diferentes partes interessadas (por exemplo, fornecedores e clientes) e é construída com base na tecnologia digital, incluindo, mas não se limitando a, tecnologia habilitada para web, computação em nuvem e Internet das Coisas".

Além dos tipos de cadeia levantados nesta seção, Gattorna (2010) definiu quatro tipos de cadeia de suprimentos com base em diferentes estratégias de mercado: ágil (*agile*), totalmente flexível (*fully flexible*), enxuta (*lean*) e de reabastecimento contínuo (*continuous replenishment*). As cadeias ágeis têm como característica uma grande adaptabilidade a variações externas, visto que o seu sucesso depende do lançamento de novos produtos frente a concorrência. As respostas rápidas frente ao mercado são o foco de sua gestão. As cadeias totalmente flexíveis têm como característica o desenvolvimento de soluções rápidas para cenários imprevistos. A velocidade, a inovação e a flexibilidade são o foco de sua gestão. As cadeias enxutas têm como característica uma baixa variedade de produtos e um alto volume de pedidos. O aumento da eficiência da produção, a redução de custos e a alta confiabilidade são o foco de sua gestão. Por fim, as cadeias de reabastecimento contínuo têm como características as parcerias estratégicas, a alta qualidade, o desenvolvimento de relacionamentos e confiança entre as partes. O compartilhamento de dados e a colaboração entre as partes são o foco de sua gestão. Uma outra estratégia adotada no mercado diz respeito à sustentabilidade. A gestão de cadeia de suprimentos sustentáveis será tratada mais profundamente na próxima subseção.

3.1.1 Gestão de Cadeia de Suprimentos Sustentáveis

Nascido na década de 70, o conceito de economia circular pressupõe a ruptura do modelo econômico linear (extrair, transformar e descartar) para um modelo no qual todos os tipos de materiais são elaborados para circular de forma eficiente e serem recolocados na produção, sem perda da qualidade (AZEVEDO, 2015). Kirchherr, Reike e Hekkert (2017, p. 239) após analisarem 114 definições de economia circular, propuseram a seguinte definição:

“um sistema econômico que substitui o conceito de “fim de vida” por reduzir, reusar, reciclar e recuperar materiais nos processos de produção/distribuição e consumo. Atua no nível micro (produtos, empresas, consumidores), nível meso (parques eco-industriais) e nível macro (cidade, região, nação e além), com o objetivo de alcançar o desenvolvimento sustentável, criando assim simultaneamente qualidade ambiental, prosperidade econômica e equidade social, em benefício das gerações atuais e futuras.”

Diversas práticas foram propostas ao longo dos anos para incentivar a economia circular. Govindan e Hasanagic (2018) levantaram (através de uma revisão sistemática) 34 práticas da economia circular em um contexto de SCM. Essas práticas foram divididas em oito classes principais, são elas: (1) Iniciativas de governança; (2) Iniciativas econômicas; (3) Produção limpa; (4) Desenvolvimento de produto; (5) Suporte à gestão; (6) Infraestrutura; (7) Conhecimento; (8) Social e cultural. Ao analisar estas classes pode-se perceber uma relação positiva com o conceito de sustentabilidade.

O conceito de sustentabilidade está fundamentado em três pilares: pessoas, planeta e lucro (Figge et al., 2002). De acordo com a norma ISO 15.392 (2008), a sustentabilidade pode ser definida como “uma situação em que a atividade humana é conduzida de maneira a conservar as funções dos ecossistemas da Terra”. Por conta de pressões externas vindas de empresas parceiras, clientes e acionistas, as organizações passaram a se preocupar com os aspectos sociais e ambientais no ambiente em que estão inseridas, além dos aspectos econômicos (PEDROSO, 2019). Neste contexto, no qual as organizações passaram a incorporar estes aspectos nas suas cadeias de suprimentos, surgiu o conceito de SCM sustentáveis, que segundo Seuring e Muller (2008, p. 346) é:

“o gerenciamento dos fluxos de material e informação, bem como a cooperação entre as organizações ao longo da cadeia de suprimentos, integrando os fatores de seleção *'triple bottom line'* que incluem todas as três dimensões do desenvolvimento sustentável (econômico, ambiental e social) em consideração.”

O termo *Triple Bottom Line* (TBL) foi desenvolvido por Elkington (1997) como um método para a medição do desempenho da sustentabilidade. A TBL pode ser caracterizada como uma abordagem para gestão e avaliação de desempenho, no qual enfatiza a importância do desempenho econômico, ambiental e social.

Ao tratar-se especificamente sobre a gestão de fornecedores, há na literatura diversas pesquisas que se baseiam em critérios sustentáveis para resolver problemas de gestão de fornecedores tendo como base os conceitos da TBL. Por

exemplo, Öztürka e Özçelik (2014) propõem um modelo para seleção de fornecedores dos quais tem como base os seguintes critérios: custo, qualidade, tempo de entrega, controle de poluição, consumo de recursos, produtos *green* e eco-design, sistema de gestão ambiental, saúde e práticas de segurança, responsabilidade social, infraestrutura educacional, e práticas trabalhistas. Já Osiro, Lima-Junior e Carpinetti (2018), em sua pesquisa relacionada à seleção de métricas sustentáveis, levantaram mais de 70 desses critérios, alguns destes estão presentes no Quadro 1.

Quadro 1 – Critérios sustentáveis para gestão de fornecedores

Econômicos	Ambientais	Sociais
Comprometimento em redução de custos	Emissão de carbono	Honestidade
Confiança do serviço	Emissões atmosféricas	Suporte à projetos comunitários
Entrega sem atrasos	Certificações ambientais	Média de treinamento por empregado
Capacidade técnica	Consumo de energia não renovável	Filantropia
Satisfação do cliente	Consumo de água	Facilidade de comunicação
Posição estratégica no mercado	Eficiência energética	Programas de saúde
Habilidade para trabalho conjunto	Descarte de lixo	Política de reembolso
Situação financeira	Reciclagem de resíduos	Relações governamentais
Custo total em treinamento	Reutilização de materiais	Trabalho infantil
Investimento em responsabilidade social	Uso de materiais ambientalmente sustentáveis	Auditorias de segurança
Resposta à mudança de pedido	Consumo de energia renovável	Incentivo à práticas de voluntariado
Competências únicas	Uso de substâncias controladas	Condições de trabalho
Conhecimento técnico	Descarte de materiais perigosos	Treinamentos de segurança
Vendas	Utilização de tecnologias limpas	Relação com os investidores
Velocidade na resolução de problemas	Capacidade de lidar com devoluções	Investimento em capital humano
Ferramentas de medição e técnicas		Número de acidentes
Programas de redução de inventário		Satisfação dos funcionários
Estrutura técnica		Reputação da Empresa

Fonte: Adaptado de Osiro, Lima-Junior e Carpinetti (2018).

Dentre os processos de gestão da cadeia de suprimento, a gestão de relações com os fornecedores vem ganhando um maior enfoque na última década, se comparada à década que a antecedeu. Contudo, o número de trabalhos acadêmicos é bastante inferior se comparado aos estudos que abordam a gestão de relacionamento com os clientes (OSIRO, 2013). A seção a seguir discute alguns conceitos e atividades fundamentais da gestão de relacionamentos com fornecedores.

3.2 Gestão de Relacionamento com Fornecedores

O relacionamento entre um comprador e um fornecedor é normalmente caracterizado como uma simples relação de mercado. Bensaou (1999, p. 36) define essas relações como aquelas em que "a troca de informações entre duas empresas ocorre principalmente durante as negociações de licitações e contratos".

A Gestão de Relacionamento com Fornecedores, também conhecida pela sigla em inglês SRM (*Supplier Relationship Management*), pode ser descrita como "o processo que define como uma empresa interage com os seus fornecedores." (CROXTON et al., 2001, p. 24). Diferentes autores propuseram outras definições para SRM, sendo que uma mais recente é descrita por Bemelmans et al. (2012, p. 164) como:

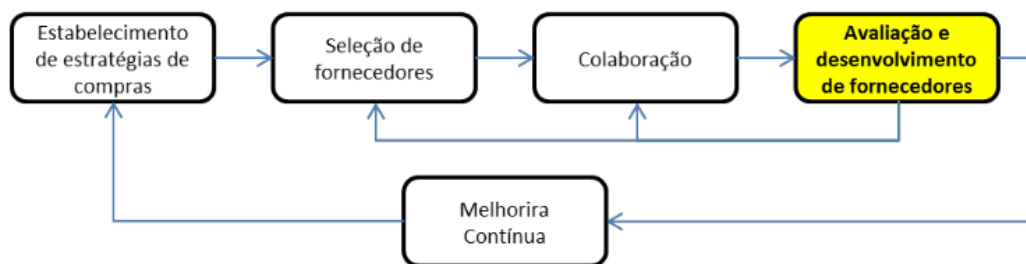
"O processo de gerenciar e otimizar o relacionamento com fornecedores estratégicos. É necessário classificar os fornecedores em várias categorias (por exemplo, fornecedor, fornecedor preferencial, fabricante ou parceiro) para concentrar a atenção nos fornecedores mais importantes, definir as prioridades corretas e gerenciar todos os fornecedores de acordo com sua importância para os negócios."

Uma boa gestão de relacionamento com fornecedores é algo importante para a evolução da cadeia como um todo, pois os investimentos aplicados em programas de desenvolvimento possibilitam aumentos na geração de valor percebido pelo cliente final (LAMBERT; SCHWIETERMAN, 2012). Neste contexto a segmentação de fornecedores é fundamental para o sucesso de um programa de desenvolvimento, pois ao se agrupar os fornecedores de acordo com suas características, pode-se criar ações coordenadas visando ganhos de eficiência.

Para Park et al. (2010), a segmentação de fornecedores se dá pelo uso de modelo de portfólio de fornecedores e deve ocorrer na etapa de avaliação e

desenvolvimento de fornecedores, se levarmos em consideração uma estrutura integrada de Gestão de Relacionamento com Fornecedores (SRM). Essa estrutura integrada, proposta por Park et al. (2010), pode ser mais bem visualizada na Figura 1. Pode-se identificar que ela é composta de cinco etapas, são elas: estabelecimento de estratégia de compras; seleção de fornecedores; colaboração; avaliação e desenvolvimento de fornecedores; e melhoria contínua. A etapa de estabelecimento de estratégia de compras consiste na classificação do material comprado através do risco de fornecimento, na análise do relacionamento com o fornecedor e no estabelecimento de um plano de ação. Já a etapa de seleção de fornecedores tem como atividades a criação de um quadro de fornecedores e a contratação de fornecedores conforme critérios pré-estabelecidos. Na etapa de colaboração, ocorre o envolvimento com os fornecedores contratados. Essa etapa visa a criação de uma estratégia de colaboração que busca refinar os processos de seleção de fornecedores, e de avaliação e desenvolvimento de fornecedores. A etapa de melhoria contínua é baseada no ciclo PDCA (*plan, do, check, act*), a qual busca o aprimoramento de todas as etapas envolvidas da estrutura. Nessa estrutura, vale a pena realçar a etapa de avaliação e desenvolvimento de fornecedores. Nellore e Söderquist (2000) identificaram ao menos três atividades que fazem parte desse processo de avaliação e desenvolvimento de fornecedores, sendo elas:

- a) Análise de produtos e sua classificação;
- b) Análise dos relacionamentos de fornecimento requeridos para entregar os produtos;
- c) Elaboração de planos de ação necessários para compatibilizar as necessidades dos produtos com os relacionamentos de suprimentos.

Figura 1 - Estrutura Integrada de SRM

Fonte: Adaptado de Park et al. (2010).

Além do modelo proposto por Park et al. (2010), outros modelos foram propostos para prover uma estrutura integrada de SRM, como o modelo de Lambert (2008), que é dividido em processos estratégicos e processos operacionais. Os processos estratégicos são subdivididos em cinco, sendo eles:

- a) Revisão das estratégias corporativas, de *marketing*, manufatura e suprimentos;
- b) Identificação dos critérios para a segmentação de fornecedores;
- c) Promoção de orientações para os níveis de customização nos PSA's;
- d) Desenvolvimento de um quadro de métricas;
- e) Desenvolvimento de diretrizes para compartilhamento dos benefícios com os fornecedores, gerados a partir das melhorias de processo.

Os PSA's, sigla da palavra em inglês *Product and Service Agreements*, podem ser descritos como os contratos referentes aos produtos e serviços, buscando a satisfação das necessidades de segmentação entre fornecedores-chave e outros fornecedores. São compostos por vários critérios com o objetivo de categorizar potenciais fornecedores e promover diretrizes para determinar quais deles se qualificam segundo as exigências da empresa (LAMBERT, 2008).

Já os processos operacionais foram subdivididos em sete (LAMBERT, 2008), sendo eles:

- a) Segmentação dos fornecedores;
- b) Preparação do time de gestão de fornecedores/segmentos;
- c) Revisão do fornecedor/segmento internamente;
- d) Identificação das oportunidades com os fornecedores;
- e) Desenvolvimento dos PSA's e planos de comunicação;

- f) Implementação dos PSA's;
- g) Monitoramento do desempenho e geração dos relatórios custos/lucro.

O gerenciamento da relação com os fornecedores fornece uma base para as empresas se desenvolverem e manterem relacionamentos com esses fornecedores (LAMBERT, 2008). Dentro deste contexto, a prática da segmentação de fornecedores auxilia as empresas a desenvolverem melhores relacionamentos com os seus fornecedores e a atingirem melhores resultados. Na próxima seção, a segmentação de fornecedores será explorada.

3.3 Segmentação de Fornecedores

A segmentação de fornecedores teve como base teórica os fundamentos estabelecidos da prática de segmentação de mercado. A segmentação de mercado pode ser definida como “o processo de dividir um mercado em grupos distintos de compradores com requisitos semelhantes” (RAO; WANG, 1995, p. 58). Aplicada desde a década de 50, a segmentação de mercado era empregada com base em modelos estatísticos que identificavam subgrupos de clientes com diferentes necessidades, desejos e exigências (SOLLNER; RESE, 2001). Nos anos oitenta esse conceito veio posteriormente a ser aplicado para a gestão de fornecedores, criando o termo segmentação de fornecedores. Através da segmentação de fornecedores, empresas como Nissan e Toyota obtiveram ganhos com a redução no custo de produção, aumento de qualidade e redução de volume de estoque (DYER; CHO; CHU, 1996). Além dos benefícios citados anteriormente, Owusu-Bempah et al. (2013) levantaram outros, sendo eles:

- a) Cooperação com fornecedores estratégicos, criando ainda mais efeitos de escala;
- b) Facilidade e eficiência com fornecedores estratégicos no desenvolvimento conjunto de plataformas globais;
- c) Simplifica os custos de interação com o fornecedor;
- d) Facilidade no gerenciamento do risco de fornecimento.

A segmentação de fornecedores pode ser tratada como um pré-requisito no gerenciamento de relacionamentos com fornecedores, utilizada para avaliação contínua de relacionamentos ou como um mecanismo de avaliação de

relacionamentos passados (REZAEI; ORTT, 2012). A intenção por trás de sua aplicação é gerenciar riscos e otimizar o valor de troca, onde as atividades de gerenciamento envolvem não apenas relacionamentos individuais com fornecedores, mas todo o portfólio de fornecedores da base de suprimentos (DAY; MAGNAN; MOELLER, 2010).

Da perspectiva do fornecedor, a abordagem mais popular para a categorização de fornecedores é a matriz de portfólio (DAY; MAGNAN; MOELLER, 2010). A matriz de portfólio pode ser definida como “uma ferramenta para alocar recursos entre produtos ou unidades estratégicas de negócios com base na participação relativa do mercado e na taxa de crescimento do mercado” (LAMB; HAIR; MCDANIEL, 2009, p. 43). As matrizes de portfólio são compostas pelas chamadas dimensões de segmentação. Essas dimensões estão diretamente relacionadas a um conjunto de critérios em que os fornecedores serão avaliados, os quais são definidos conforme as necessidades da empresa. A partir do julgamento dos critérios, os fornecedores serão posicionados na matriz e conforme a sua posição, estes estarão contidos em um determinado grupo de fornecedores. Para cada grupo de fornecedores, são definidas estratégias para melhor gerir o relacionamento.

Além da matriz de portfólio, outras abordagens sugerem a formação de grupos de fornecedores a partir da criação de *clusters* (KUO et al., 2018; CHE, 2011). O uso de matriz de portfólio na gestão de suprimentos baseou-se na abordagem de Kraljic (1983), apesar de existirem aplicações anteriores de matrizes de portfólio de fornecedores (PARASURAMAN, 1980; DICKSON, 1983; CUNNINGHAM, 1983), Kraljic (1983) tem sido amplamente utilizada por praticantes e pesquisadores.

Sobre o tema segmentação de fornecedores, foi possível identificar apenas um estudo de revisão. Day, Magnan e Moeller (2010) publicaram um trabalho de revisão bibliográfica focado em abordagens de apoio à segmentação, classificando-as e criando uma taxonomia sobre o tema em questão. Algumas das diversas abordagens de segmentação de fornecedores, bem como as suas características, podem ser vistas no Quadro 2.

Quadro 2 - Tipos de abordagens de segmentação de fornecedores

Autor e ano	Base teórica predominante	Objeto de categorização e avaliador (es)	Desenho de pesquisa	Esquema de classificação e formato do modelo de saída	Justificativa por trás da categorização de fornecedores
Kraljic (1983)	Nenhuma base teórica divulgada, mas conexões limitadas à análise da indústria	Avaliação dos produtos e serviços adquiridos, feita pelo comprador	Nenhuma base empírica divulgada	Taxonomias de duas e quatro categorias (matrizes de portfólio de atividades para concentrar o esforço de compras)	As organizações devem perceber a complexidade dos mercados globais de suprimentos e desenvolver planos abrangentes para gerenciar os riscos de suprimentos.
Hadeler e Evans (1994)	Nenhuma base teórica divulgada, mas conexões limitadas à análise da indústria	Avaliação dos produtos e serviços adquiridos, feita pelo comprador	Nenhuma base empírica divulgada	Taxonomia de quatro categorias (matriz de portfólio de tipos de relacionamento)	A formação de uma estratégia para diferentes tipos de relacionamento é fundamental para gerenciar fornecedores com base no controle de custos e redução de riscos.
Steele e Court (1996)	Nenhuma base teórica divulgada, mas conexões	Avaliação dos produtos e serviços adquiridos, feita pelo comprador;	Nenhuma base empírica divulgada	Taxonomia de quatro categorias (matriz de	Tempo e esforço devem ser dedicados aos itens considerados "críticos

Autor e ano	Base teórica predominante	Objeto de categorização e avaliador (es)	Desenho de pesquisa	Esquema de classificação e formato do modelo de saída	Justificativa por trás da categorização de fornecedores
	limitadas à análise da indústria	avaliação individual de fornecedores, feita pelo comprador		portfólio de tipos de relacionamento)	estratégicos" ou "segurança estratégica", a fim de gerenciar riscos e aproveitar oportunidades com fornecedores que fornecem esses produtos de alto risco / alto custo.
Olsen e Ellram (1997)	Teoria da dependência de recursos, teoria interorganizacional, análise da indústria	Avaliação dos produtos e serviços adquiridos, feita pelo comprador (matriz 1); avaliação individual de fornecedores, feita pelo comprador (matriz 2)	Dados secundários (estudos de caso e questionário de pesquisa)	Taxonomias de duas e quatro categorias (matrizes de portfólio de tipos de relacionamento)	A formação de uma estratégia de suprimento é fundamental para o gerenciamento eficaz de todo o portfólio de relacionamentos. Isso deve basear-se na análise das compras da empresa, na análise de relacionamentos e no desenvolvimento de planos de ação.

Autor e ano	Base teórica predominante	Objeto de categorização e avaliador (es)	Desenho de pesquisa	Esquema de classificação e formato do modelo de saída	Justificativa por trás da categorização de fornecedores
Dyer et al. (1998)	Economia de custos de transação	Avaliação dos produtos e serviços adquiridos, feita pelo comprador	Questionário de pesquisa	Tipologia de duas categorias com base no comprimento do braço versus relacionamentos com parceiros com linhas mostrando diferentes facetas de relacionamento	Cada fornecedor deve ser analisado para determinar em que medida seu (s) produto (s) contribui (em) para a competência central da empresa. Os fornecedores estratégicos são definidos pela especificidade do ativo e pelo valor agregado do componente.
Bensaou (1999)	Economia de custos de transação, teoria interorganizacional	Avaliação individual de relação com fornecedores, feita pelo comprador	Questionário de pesquisa	Taxonomia de duas e quatro categorias (matriz de portfólio de tipos de relacionamento), (matriz de portfólio de perfis gerenciais)	As carteiras de relacionamento são determinadas pelo nível de investimentos tangíveis e intangíveis de compradores e fornecedores. Diferentes perfis de relacionamento são necessários para evitar

Autor e ano	Base teórica predominante	Objeto de categorização e avaliador (es)	Desenho de pesquisa	Esquema de classificação e formato do modelo de saída	Justificativa por trás da categorização de fornecedores
					retornos ruins de investir nos fornecedores errados.
Tang (1999)	Economia de custos de transação, análise da indústria	Avaliação de produtos, feita pelos compradores	Dados secundários (estudos de caso)	Taxonomia de quatro categorias (matriz de portfólio de tipos de relacionamento)	Duas forças determinantes moldam as relações com os fornecedores (importância estratégica da peça; poder de barganha do comprador). Eles são mapeados para posicionar e gerenciar fornecedores de forma diferenciada. Os relacionamentos são dinâmicos, portanto, podem se mover pela matriz.
Moeller et al. (2000)	Economia de custos de transação, redes industriais, visão	Avaliação de produtos / serviços adquiridos, feita pelo comprador ou avaliação individual de	Estudo de caso único	Tipologia de quatro categorias (matriz de portfólio de tipos de relacionamento)	A segmentação é baseada em contribuições de conhecimento, não apenas na especificidade de ativos ou na criticidade dos gastos.

Autor e ano	Base teórica predominante	Objeto de categorização e avaliador (es)	Desenho de pesquisa	Esquema de classificação e formato do modelo de saída	Justificativa por trás da categorização de fornecedores
	baseada em recursos	relação com fornecedores feita pelo comprador			O valor das competências do fornecedor deve ser avaliado em relação à direção estratégica da empresa.
Nellore e Söderquist (2000)	Economia de custos de transação	Avaliação de produtos, feita pelos compradores	Dois estudos de caso e entrevistas	Taxonomia de quatro categorias (matriz de portfólio de tipos de relacionamento)	Os fornecedores devem ser classificados de acordo com a força do relacionamento e a atratividade do mercado. Vincular modelos de portfólio a especificações de compra melhora as relações e reduz os riscos.
Kaufman et al. (2000)	Economia de custos de transação, redes de inovadores	Avaliação individual de fornecedores, feita pelo comprador	Questionário de pesquisa	Tipologia de quatro categorias (matriz de portfólio de tipos de fornecedores)	A categorização é baseada no grau de integração tecnológica e nos vínculos colaborativos da natureza na fabricação e na estratégia. As empresas podem melhorar sua competitividade

Autor e ano	Base teórica predominante	Objeto de categorização e avaliador (es)	Desenho de pesquisa	Esquema de classificação e formato do modelo de saída	Justificativa por trás da categorização de fornecedores
					gerenciando os fornecedores de acordo com uma das quatro opções de relacionamento.
Cox et al. (2002)	Teoria da dependência de recursos, economia de custos de transação, visão baseada em recursos, análise do setor	Avaliação individual de relação com fornecedores, feita pelo comprador	Sete estudos de caso em diferentes setores industriais	Tipologia de oito categorias com um eixo x de construção aninhado e eixo y de construção única	Os relacionamentos devem ser gerenciados com estratégias diferentes, com base nos regimes de poder que se aplicam ao seu posicionamento na rede. As empresas que não fizerem isso correm o risco de perder valor com a apropriação de fornecedores.
Svensson (2004)	Redes industriais	Avaliação das relações conjuntas entre comprador e fornecedor	Questionário de pesquisa	Tipologia de quatro categorias (matriz de portfólio de tipos de vulnerabilidade de relacionamento)	A vulnerabilidade nos relacionamentos (baseada em poder, conflito, risco, incerteza, confiabilidade, disponibilidade e falta de

Autor e ano	Base teórica predominante	Objeto de categorização e avaliador (es)	Desenho de pesquisa	Esquema de classificação e formato do modelo de saída	Justificativa por trás da categorização de fornecedores
					estoque) é dinâmica ao longo do tempo. A vulnerabilidade deve ser gerenciada para evitar riscos.
Van Weele (2005)	Nenhuma base teórica divulgada, mas conexões limitadas à análise da indústria	Avaliação dos produtos adquiridos, feita pelo comprador	Nenhuma base empírica divulgada	Taxonomia de quatro categorias (matriz de portfólio de tipos de relacionamento com base em Kraljic (1983))	Os gerentes de compras devem seguir estratégias diferenciadas com seus fornecedores, com base em uma avaliação do risco de fornecimento e do valor adquirido de um produto.
Hallikas et al. (2005)	Economia de custos de transação, gerenciamento de riscos	Avaliação individual da relação com os fornecedores, feita pelo comprador	Questionário de pesquisa (rede de fornecedores para uma empresa compradora)	Tipologia de quatro categorias (matriz de portfólio de tipos de relacionamento)	Os riscos e seu gerenciamento variam de acordo com os tipos de relacionamento. O aprendizado colaborativo é a chave para gerenciar riscos nos relacionamentos com fornecedores.

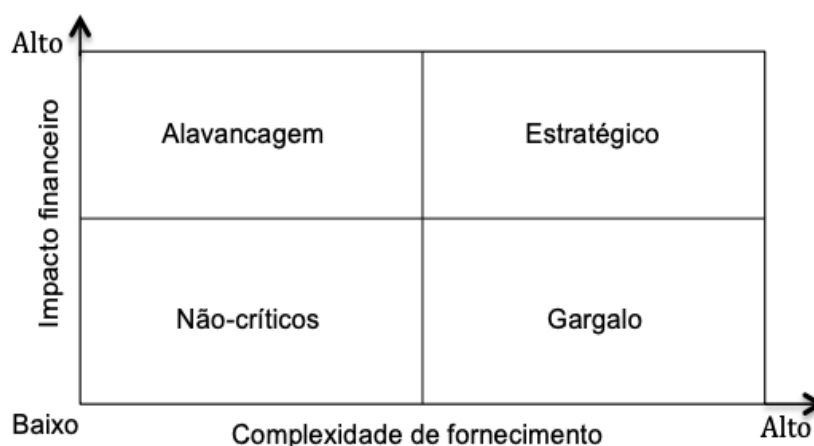
Autor e ano	Base teórica predominante	Objeto de categorização e avaliador (es)	Desenho de pesquisa	Esquema de classificação e formato do modelo de saída	Justificativa por trás da categorização de fornecedores
Caniëls e Gelderman (2007)	Teoria da dependência de recursos, economia de custos de transação, análise da indústria	Avaliação de produtos / serviços pelo comprador e, em seguida, avaliação individual da relação com os fornecedores	Questionário de pesquisa	Tipologia de quatro categorias (matriz de portfólio de tipos de relacionamento com base em Kraljic (1983)	Poder e interdependência precisam ser considerados nas matrizes do portfólio; o quadrante estratégico pode não ser dominante no fornecedor, o que afetará a capacidade de controlar o oportunismo do fornecedor.

Fonte: Adaptado de Day, Magnan e Moeller (2010).

3.3.1 Abordagem de Kraljic (1983)

A matriz de Kraljic (1983) divide os fornecedores em grupos de acordo com o item fornecido, considerando em seus eixos as dimensões “Importância da compra” e “Complexidade do mercado fornecedor”. Em cada dimensão da matriz, classifica-se o grau dos itens comprados como “alto” ou “baixo”. A partir da posição adotada na matriz, os itens serão categorizados em um dos seguintes quatro grupos: Itens alavancados, Itens estratégicos, Itens gargalos e Itens não-críticos. Para cada categoria, uma estratégia de compra diferente é sugerida. Na Figura 2 é apresentada a matriz de Kraljic (1983).

Figura 2 - Matriz de Kraljic (1983)



Fonte: Adaptado de Kraljic (1983).

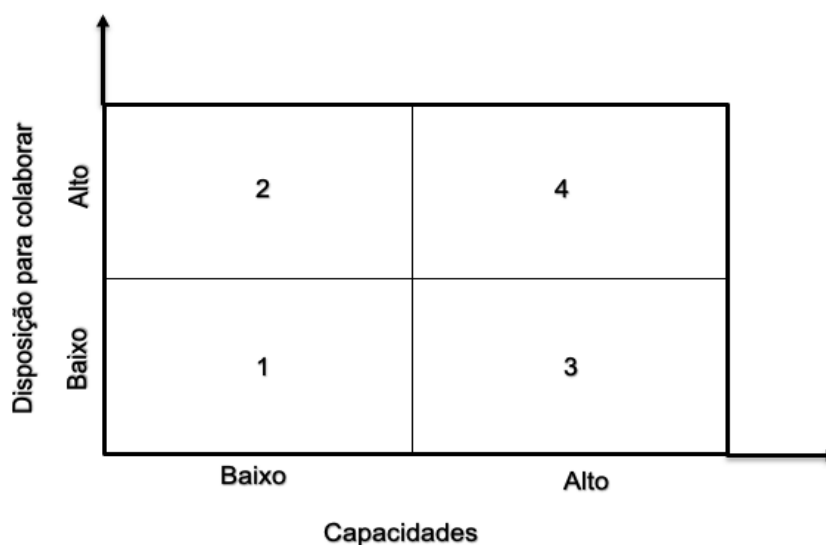
Os itens não-críticos têm como característica o baixo valor de compra e a alta diversidade de fornecedores. Geralmente são escolhidos pela sua eficiência e custo. A troca no fornecimento pode ser rápida e não exige muito tempo de planejamento de compra. Itens gargalos possuem baixa importância de compra e alta complexidade de mercado fornecedor. São itens específicos que não apresentam altos custos, porém apresentam um risco elevado do seu fornecimento devido a baixa variedade de fornecedores. Já os itens alavancados possuem uma alta importância de compra e uma baixa complexidade de mercado fornecedor, representando uma fatia representativa no custo final do produto, porém apresentam um baixo risco de fornecimento, podendo ser adquiridos de diversos

fornecedores. Itens estratégicos são aqueles com uma alta importância de compra e alta complexidade de mercado fornecedor. São itens específicos que impactam diretamente na lucratividade da organização. Os riscos no seu fornecimento são altos, frequentemente apenas um fornecedor pode fornecê-los (KRALJIC, 1983).

3.3.2 Abordagem de Rezaei e Ortt (2012)

Rezaei e Ortt (2012) propuseram a matriz SPM (*Supplier Potencial Matrix*), que consiste em duas dimensões de segmentação abrangentes: capacidades do fornecedor e disposição para colaborar. A partir da literatura existente, os autores identificaram que muitos dos critérios não possuíam relação com as matrizes propostas por outros autores, portanto, os autores elaboraram estas duas dimensões de segmentação. Na Figura 3, pode-se observar a matriz proposta pelos autores.

Figura 3 - Matriz de Rezaei e Ortt (2012)



Fonte: Adaptado de Rezaei e Ortt (2012).

Uma vez definidos os critérios referentes as duas dimensões, posicionam-se na matriz os fornecedores de acordo com o julgamento destes critérios. O posicionamento de cada fornecedor nos quatro quadrantes definidos pela matriz permite a criação de ações que visem o desenvolvimento dos fornecedores. Por exemplo, se um fornecedor está posicionado no quadrante 2, ações que resultem

no aumento de suas capacidades podem ser tomadas para que ele se reposicione no quadrante 4 (REZAEI; ORTT, 2012).

Nesta seção foram exploradas diversas abordagens de segmentação de fornecedores. Uma grande dificuldade em relação a estas abordagens está relacionada ao julgamento dos critérios em que os fornecedores serão avaliados. Os métodos quantitativos auxiliam na realização desses julgamentos, a combinação entre abordagens de segmentação e métodos quantitativos pode ser chamada de modelos de decisão para segmentação de fornecedores, este é o assunto explorado na próxima seção.

3.4 Modelos de Decisão para Segmentação de Fornecedores

Pode-se perceber um aumento nas publicações que tratam sobre a aplicação de métodos quantitativos para segmentação de fornecedores, contudo não foi possível encontrar uma revisão sistemática sobre o assunto nas principais bases de dados consultadas (*Science Direct, Springer, Scopus, Emerald Insight, IEEE Xplore®, Taylor & Francis e Wiley*). Revisões sistemáticas podem ser definidas como “a aplicação de estratégias científicas que limitam o viés à montagem sistemática, avaliação crítica e síntese de todos os estudos relevantes sobre um tópico específico” (COOK; SACKETT; SPITZER, 1995, p. 167). Elas são importantes, pois permitem o avanço da área acadêmica, dão direções para estudos futuros e mostram o estado da arte. Bellamy e Basole (2013) definiram quatro passos que compõem uma revisão sistemática, são eles:

- a) (Passo 1) Dados: consiste na escolha da(s) *string(s)* de pesquisa, as palavras-chave que constam no resumo de um artigo são boas sugestões de *strings*;
- b) (Passo 2) Classificação: através de uma análise do título, do resumo e das palavras-chave, selecionam-se os artigos que trabalham o tema em questão;
- c) (Passo 3) Resultados: uma vez que caracterizados os estudos, são feitas as análises de frequência para os parâmetros escolhidos (ex: ano de publicação, periódicos publicados, entre outros);
- d) (Passo 4) Quadro integrativo: Inferência de tendências sobre o tema.

Como objetivo, este capítulo procura apresentar uma revisão de artigos que propõem modelos quantitativos para a segmentação de fornecedores, procurando responder algumas questões de pesquisa, tais como: Quais as dimensões mais utilizadas nas matrizes de segmentação? Quais são as técnicas quantitativas de apoio à decisão mais usadas? Como são escolhidos os critérios de segmentação? Como são desenvolvidas as etapas de aplicação e validação desses modelos? Essas questões de pesquisa foram definidas visando identificar as principais características dos estudos existentes, além de direcionar as escolhas realizadas ao longo do desenvolvimento do modelo proposto por este estudo.

3.4.1 Procedimentos de Busca e Seleção de Artigos

A seleção dos artigos científicos que compõem esta revisão sistemática, foi feita através das seguintes bases de dados: Science Direct (www.sciencedirect.com), Springer (www.springer.com), Scopus (www.scopus.com), Emerald Insight (www.emeraldinsight.com), IEEE Xplore® (ieeexplore.ieee.org), Taylor & Francis (www.tandfonline.com) e Wiley (onlinelibrary.wiley.com). Para complementar a seleção dos artigos, foi usada a ferramenta de pesquisa *Google Scholar* (scholar.google.com).

A busca nas bases de dados e na ferramenta Google Scholar foram feitas usando a *string* de busca “*supplier segmentation*”. Nas bases de dados foram selecionados os artigos científicos, publicados em periódicos, que aplicam métodos quantitativos para segmentação de fornecedores. A seleção de cada artigo foi feita através dos seguintes passos:

- a) (Passo 1): Aplicar a *string* de busca na área de pesquisa das bases de dados e no *Google Scholar*;
- b) (Passo 2): Selecionar os artigos científicos das bases de dados através da análise do título, palavras-chave e resumo. Realizar o mesmo procedimento na ferramenta Google Scholar para os cem primeiros resultados filtrados por relevância. Nesse caso, esse corte foi necessário devido à grande quantidade de resultados obtidos (1770 resultados);
- c) (Passo 3): Excluir aqueles que não tratam sobre o tema investigado, através da leitura do corpo dos artigos;

d) (Passo 4): Eliminar os artigos duplicados.

Sobre a aplicação dos filtros entre os passos, pode-se perceber na Tabela 1 que muitos artigos mesmo possuindo o termo “*supplier segmentation*” no seu título, resumo ou nas palavras-chave, acabaram sendo eliminados na análise do Passo 2 para o Passo 3. Exemplificando isso, pode-se citar o trabalho de Day, Magnam e Moeller (2010). Esse artigo explora a temática “segmentação de fornecedores”, porém trata-se de uma revisão sistemática em que não há a aplicação de métodos quantitativos. Na Tabela 1, tem-se o resultado referente ao número de artigos selecionados a partir da aplicação dos passos descritos anteriormente.

Tabela 1 - Resultados da aplicação do procedimento de busca e seleção de artigos

Base de dados	Passo 1	Passo 2	Passo 3	Passo 4
Science Direct	91	25	13	13
Scopus	35	24	16	0
IEEE Xplore	2	1	1	1
Taylor & Francis	25	5	2	2
Emerald Insight	155	23	7	6
Springer	18	3	2	2
Wiley	18	0	0	0
Google Scholar	1770	24	20	2
Somatória	2114	105	61	26

Fonte: Proposto pelo autor, com base nos resultados de pesquisa.

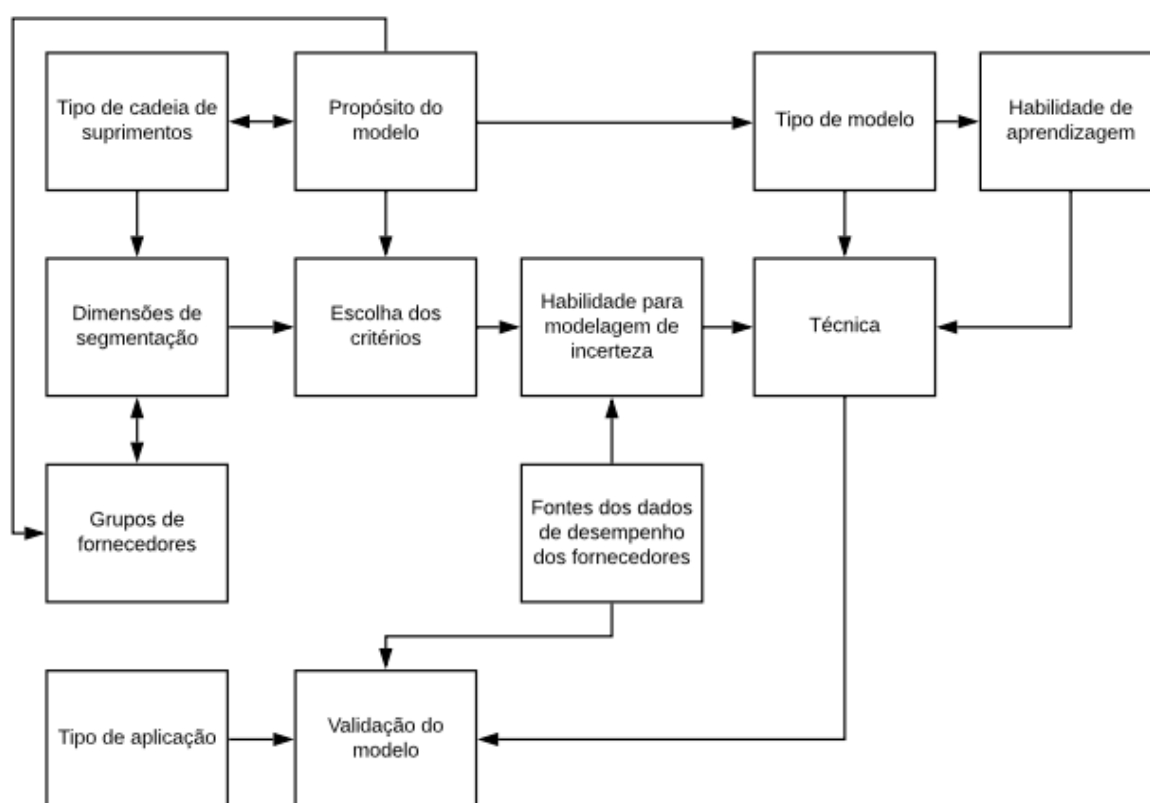
Esta revisão sistemática é composta por 26 artigos, sendo que a metade deles foi coletada na base de dados *Science Direct*. Vale ressaltar que, após a aplicação dos quatro passos descritos, não foram encontrados estudos que façam uso de técnicas quantitativas para segmentação de fornecedores, nas bases de dados *Scopus* e *Wiley*. Os estudos selecionados foram categorizados utilizando um processo descrito na próxima seção.

3.4.2 Fatores Considerados na Caracterização dos Estudos Selecionados

Nesta subseção são apresentados os fatores considerados na análise dos artigos selecionados e as categorias nas quais foram enquadrados. Esses foram

embasados em outras revisões sistemáticas sobre métodos quantitativos dentro da temática “gestão da cadeia de suprimentos” (CHAI; LIU; NGAI, 2013; GOVINDAN; SOLEIMANI; KANNAN, 2015; LIMA JUNIOR; CARPINETTI, 2017). As categorias dentro de cada fator foram definidas com base nesses estudos de revisão, bem como nas características identificadas nos estudos analisados. Na Figura 4, pode-se observar o agrupamento desses fatores e seus relacionamentos de interdependência.

Figura 4 - Fatores considerados na análise dos estudos selecionados



Fonte: Proposto pelo autor, baseado em Lima Junior e Carpinetti (2019).

A seguir são descritas as categorias de análise referentes a Figura 4, são elas:

- a) **Propósito do modelo:** Dentre os modelos analisados nesta revisão sistemática, foi possível identificar seis propósitos principais para segmentação de fornecedores, são eles: identificar tipos de relacionamento existentes com fornecedores; definir qual tipo de relacionamento deve ser desenvolvido com o fornecedor; identificar

- fornecedores para implantar programas de desenvolvimento; analisar similaridades e inconsistências dentro de cada grupo de fornecedores; categorização de fornecedores para análise e melhoria da resiliência; agrupamento de fornecedores de acordo com critérios de desempenho específicos, com o propósito de seleção de fornecedores;
- b) Tipo de cadeia de suprimentos: diz respeito ao tipo de estratégia competitiva adotada para a cadeia de suprimentos. Conforme descrito na seção 3.1, com base em Gattorna (2010), as estratégias consideradas são: sustentável ágil (*agile*), totalmente flexível (*fully flexible*), enxuta (*lean*) e de reabastecimento contínuo (*continuous replenishment*). Além destas estratégias, vale a pena ressaltar as estratégias *green* (SRIVASTAVA, 2007) e sustentável (SEURING E MULLER, 2008). É importante mencionar que alguns estudos não consideram nenhum tipo específico de estratégia de cadeia de suprimentos;
 - c) Grupos de fornecedores: em geral, são elaborados com base na matriz de segmentação, uma vez que definidos o grau de análise de cada dimensão de segmentação (exemplo: baixo e alto), é feito o cruzamento desses graus entre as diferentes dimensões, gerando assim os grupos de fornecedores;
 - d) Dimensões de segmentação: corresponde às dimensões das matrizes de segmentação de fornecedores que foram utilizadas em cada estudo, como por exemplo “compromisso do fornecedor” e “importância do produto” (SVENSSON, 2004).
 - e) Técnica: diz respeito às técnicas utilizadas nos modelos de tomada de decisão, a sua utilização pode ser combinada (quando mais de uma técnica é incorporada no modelo) ou isolada (apenas uma técnica é empregada);
 - f) Escolha dos critérios: diz respeito a origem dos critérios adotados, podem ser baseados em outros estudos, na opinião de especialistas ou escolhidos pelo autor do trabalho;
 - g) Tipo de modelo: esta categoria relaciona as técnicas empregadas conforme as suas características, podendo ser classificadas em técnicas

multicritério (MCDM), inteligência artificial (IA), métodos heurísticos ou estocástico (SONMEZ, 2006).

- h) Habilidade para modelar incerteza: tratando-se de segmentação de fornecedores, está relacionada à abordagem utilizada para lidar com a subjetividade e imprecisão na atribuição da pontuação para as alternativas e nos seus pesos. Também pode se referir à abordagem adotada para modelar valores probabilísticos;
- i) Habilidade de aprendizagem: considera se as técnicas utilizadas possuem ou não a habilidade de aprendizagem (também chamada de de capacidade adaptativa);
- j) Tipo de aplicação: refere-se à aplicação numérica dos modelos, podendo ser aplicações reais (quando os dados advêm de uma situação real), ou simulada (quando os dados são fornecidos pelo próprio autor de forma ilustrativa);
- k) Fonte dos dados de desempenho dos fornecedores: Caracteriza os estudos conforme a origem dos dados utilizados para atribuir pontuações aos fornecedores em cada critério. Esses podem ter sua origem a partir de dados históricos da empresa, tomadores de decisão ou do autor;
- l) Validação do modelo: trata sobre a utilização ou não de técnicas de validação dos resultados obtidos. Também identifica qual técnica foi adotada para tal finalidade;

Além desses 13 fatores, os estudos também foram caracterizados em relação ao ano de publicação, país de origem e periódico em que foi publicado.

3.4.3 Análise dos Resultados

A seguir, conforme o Quadro 3, são apresentados os artigos científicos que compõem esta revisão sistemática da literatura e uma breve descrição e do propósito de cada estudo.

Quadro 3 - Breve descrição e propósito dos modelos de segmentação de fornecedores

Autor	Título do artigo	Breve descrição	Propósito
Akman (2015)	<i>Evaluating suppliers to include green supplier development programs via fuzzy c-means and VIKOR methods</i>	Este artigo tem como objetivo determinar o desempenho ambiental dos fornecedores, definir quais fornecedores precisam melhorar suas condições sobre questões ambientais e identificar quais deles devem ser incluídos em programas de desenvolvimento de fornecedores verdes para aprimorar seu desempenho ambiental.	- Identificar fornecedores para implantar programas de desenvolvimento
Aloini et al. (2019)	<i>Leveraging procurement-related knowledge through a fuzzy-based DSS: a refinement of purchasing portfolio models</i>	Este artigo tem como objetivo modelar um sistema de suporte à decisão que possa superar a lógica de decisão compensatória, simplificada, subjetiva e excessivamente simplificada dos modelos de portfólio de compras previamente existentes, aproveitando a base de conhecimento relacionada às compras das empresas. O DSS foi desenvolvido por meio de uma abordagem <i>fuzzy</i> , cuja aplicação foi feita em um estudo de caso em uma empresa multinacional.	- Identificar tipos de relacionamento existentes com fornecedores
Bai, Rezaei e Sarkis (2017)	<i>Multicriteria Green Supplier Segmentation</i>	Uma matriz é usada para classificar fornecedores com relação a duas dimensões, capacidades dos fornecedores e disposição para colaborar, considerando questões ambientais. A teoria dos conjuntos aproximados é usada para calcular o peso de cada critério. O método <i>Vlsekriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje</i> (VIKOR) é então usado para determinar uma pontuação geral para cada fornecedor. Finalmente, <i>fuzzy C-means</i> é aplicado para segmentar os fornecedores.	- Definir qual tipo de relacionamento deve ser desenvolvido com o fornecedor - Identificar fornecedores para implantar programas de desenvolvimento
Bianchini et al. (2019)	<i>Supply chain redesign for lead-time reduction</i>	O modelo é obtido pela aplicação da análise do portfólio de compras através da construção da matriz Kraljic. Os critérios de impacto no lucro e risco de	- Definir qual tipo de relacionamento

Autor	Título do artigo	Breve descrição	Propósito
	<i>through Kraljic purchasing portfolio and AHP integration</i>	fornecimento são selecionados de acordo com os principais requisitos da empresa. Em seguida, são priorizados usando AHP. Finalmente, os prazos de entrega da cadeia de suprimentos são analisados com diagramas de Gantt.	deve ser desenvolvido com o fornecedor - Identificar fornecedores para implantar programas de desenvolvimento
Boujelben (2017)	<i>A unicriterion analysis based on the PROMETHEE principles for multicriteria ordered clustering</i>	Para analisar as características de cada <i>cluster</i> de fornecedores nos diferentes critérios, propõe-se três conceitos baseados nos princípios do PROMETHEE: o perfil de preferência de um cluster, o perfil de similaridade de um cluster e o perfil de inconsistência de um cluster. Essas noções são ilustradas com base em uma aplicação real na segmentação de fornecedores.	- Definir qual tipo de relacionamento deve ser desenvolvido com o fornecedor - Analisar similaridades e inconsistências dentro de cada grupo de fornecedores
Che (2011)	<i>Clustering and selecting suppliers based on simulated annealing algorithms</i>	O estudo propõe um método de duas fases para resolver os dois modelos matemáticos. A fase 1 integra <i>k-means</i> e um algoritmo de recozimento simulado com o método Taguchi (TKSA) para resolver o modelo 1. A fase 2 usa o método AHP para ponderar todos os fatores e, em seguida, usa um algoritmo de recozimento simulado com o método Taguchi (ATSA) para resolver o modelo 2.	- Agrupamento de fornecedores de acordo com critérios de desempenho

Autor	Título do artigo	Breve descrição	Propósito
			específicos, com o propósito de seleção de fornecedores
Demir et al. (2018)	<i>A green supplier evaluation system based on a new multi-criteria sorting method: VIKORSORT</i>	Neste estudo, propõe-se uma nova metodologia de classificação de fornecedores verdes baseada em VIKOR, chamada VIKORSORT. Essa metodologia avalia o desempenho ambiental dos fornecedores e os classifica em classes ordenadas e predefinidas.	- Identificar fornecedores para implantar programas de desenvolvimento
Haghighi, Morad e Salahi (2014)	<i>Supplier Segmentation using Fuzzy Linguistic Preference Relations and Fuzzy Clustering</i>	O principal objetivo deste artigo é propor um método de segmentação de fornecedor que compare o valor de critério de cada fornecedor com exatamente o mesmo critério de outros fornecedores. O Método de Análise Hierárquica (AHP) baseado em Relações de Preferência Linguísticas <i>Fuzzy</i> é primeiro usado para encontrar o peso de cada critério. Em seguida, o algoritmo <i>Fuzzy C-means</i> é empregado para agrupar fornecedores com base em seus graus de associação.	- Definir qual tipo de relacionamento deve ser desenvolvido com o fornecedor - Identificar fornecedores para implantar programas de desenvolvimento
Jharkharia e Das (2019)	<i>Low carbon supplier development: A fuzzy c-means and fuzzy formal concept analysis based analytical model</i>	O modelo inclui um algoritmo de agrupamento <i>fuzzy c-means</i> (FCM) e uma análise de conceito formal difuso. Primeiro, um conjunto de fornecedores foi classificado de acordo com seu desempenho de carbono através do algoritmo de agrupamento FCM. Em seguida, os conceitos formais difusos foram derivados de um conjunto de contextos formais difusos por meio de um método	- Definir qual tipo de relacionamento deve ser desenvolvido com o fornecedor

Autor	Título do artigo	Breve descrição	Propósito
		baseado em interseção. Esses conceitos formais difusos fornecem o nível relativo de investimentos e decisões de colaboração para cada cluster de fornecedores identificado.	- Identificar fornecedores para implantar programas de desenvolvimento
Lima-Junior e Carpinetti (2016)	<i>Combining SCOR® model and fuzzy TOPSIS for supplier evaluation and management</i>	Este artigo apresenta uma abordagem que usa as métricas de desempenho do modelo SCOR® (<i>Supply Chain Operations Reference</i>) para avaliar os fornecedores nas dimensões custo e desempenho de entrega. Combina dois modelos <i>Fuzzy TOPSIS</i> para avaliar e categorizar os fornecedores em um dentre quatro grupos. De acordo com sua categorização, são propostas diretrizes para melhor gestão da base de fornecedores, incluindo a elaboração de planos de ação.	- Definir qual tipo de relacionamento deve ser desenvolvido com o fornecedor - Identificar fornecedores para implantar programas de desenvolvimento
Lo e Sudjatmika (2016)	<i>Solving multi-criteria supplier segmentation based on the modified FAHP for supply chain management: a case study</i>	Este estudo tem como objetivo propor um novo modelo <i>Fuzzy AHP</i> para a avaliação da eficiência de fornecedores com funções de associação em forma de sino. O problema foi decomposto em dois critérios principais de agrupamento de <i>clusters</i> , incluindo o critério de capacidade e o critério de disposição para colaborar.	- Identificar tipos de relacionamento existentes com fornecedores
Medeiros e Ferreira (2018)	<i>Development of a purchasing portfolio</i>	Este artigo apresenta o desenvolvimento de uma abordagem para gerenciar um portfólio de compras para um grande hospital brasileiro, usando o modelo de	- Definir qual tipo de relacionamento deve ser

Autor	Título do artigo	Breve descrição	Propósito
	<i>model: an empirical study in a Brazilian hospital</i>	Kraljic, o método Fuzzy-TOPSIS e regras de decisão como recursos metodológicos.	desenvolvido com o fornecedor - Identificar fornecedores para implantar programas de desenvolvimento
Osiro, Lima-Junior e Carpinetti (2014)	<i>A fuzzy logic approach to supplier evaluation for development</i>	Este artigo apresenta uma nova abordagem baseada na inferência fuzzy combinada com a matriz de Kraljic para ajudar na segmentação de fornecedores de acordo com o tipo de item, bem como na avaliação de fornecedores para visando ao desenvolvimento.	- Definir qual tipo de relacionamento deve ser desenvolvido com o fornecedor - Identificar fornecedores para implantar programas de desenvolvimento
Park et al. (2010)	<i>An integrative framework for supplier relationship management</i>	O artigo propôs uma estrutura para um sistema integrativo de SRM baseado no método AHP. Realizou um estudo de caso em uma empresa que fabrica semicondutores.	- Identificar fornecedores para implantar programas de desenvolvimento

Autor	Título do artigo	Breve descrição	Propósito
Parkouhi, Ghadikolaei e Lajimi (2019)	<i>Resilient supplier selection and segmentation in grey environment</i>	O presente estudo foi conduzido considerando duas dimensões, intensificador da resiliência e redutor da resiliência, para selecionar e segmentar fornecedores. A técnica <i>Gray DEMATEL</i> foi usada para determinar o grau de importância dos critérios para cada uma dessas duas dimensões. Em seguida, usando a técnica <i>Gray Weight Additive Simple (GSAW)</i> , a pontuação de cada fornecedor foi determinada de acordo com cada dimensão.	- Categorização de fornecedores para análise e melhoria da resiliência - Agrupamento de fornecedores de acordo com critérios de desempenho específicos, com o propósito de seleção de fornecedores
Restrepo e Villegas (2019)	<i>Supplier evaluation and classification in a Colombian motorcycle assembly company using data envelopment analysis</i>	A análise de envoltória de dados (DEA) é usada para avaliar e classificar os fornecedores de uma montadora de motocicletas colombiana, medindo as capacidades e o desempenho dos fornecedores. O uso do DEA permite a integração de um conjunto de atributos () em uma menor quantidade de medidas de desempenho.	- Identificar tipos de relacionamento existentes com fornecedores
Rezaei e Lajimi (2019)	<i>Segmenting supplies and suppliers: bringing together the purchasing portfolio matrix and the supplier potential matrix</i>	O principal objetivo deste estudo é reunir duas abordagens para segmentação (Kraljic, 1983; Rezaei e Ortt, 2012) por meio de uma matriz híbrida chamada PPM-SPM (<i>Purchasing Portfolio Matrix - Supplier Portfolio Matrix</i>). Os dados foram coletados de uma empresa que trabalha com 70 fornecedores. O método BWM é usado para determinar os pesos dos critérios necessários para as duas	- Definir qual tipo de relacionamento deve ser desenvolvido com o fornecedor

Autor	Título do artigo	Breve descrição	Propósito
		abordagens de segmentação. Os fornecedores são segmentados com base nas duas abordagens para segmentação.	- Identificar fornecedores para implantar programas de desenvolvimento
Rezaei e Ortt (2013)	<i>Supplier segmentation using fuzzy logic</i>	A principal contribuição deste artigo é a proposição de um método baseado em regras para segmentar os fornecedores de uma empresa com base em duas dimensões principais: capacidade e disposição do fornecedor. O método é aplicado a uma situação do mundo real para mostrar como os resultados podem ser usados na prática.	- Definir qual tipo de relacionamento deve ser desenvolvido com o fornecedor - Identificar fornecedores para implantar programas de desenvolvimento
Rezaei, e Ortt (2013)	<i>Multi-criteria supplier segmentation using a fuzzy preference relations based AHP</i>	Neste artigo, diferentes tipologias são combinadas distinguindo duas dimensões principais, as capacidades e a disposição dos fornecedores de cooperar com uma empresa em particular. É aplicada uma versão do método Fuzzy AHP, que utiliza relações de preferência <i>fuzzy</i> para incorporar as ambiguidades e incertezas que geralmente existem no julgamento humano.	- Definir qual tipo de relacionamento deve ser desenvolvido com o fornecedor - Identificar fornecedores para implantar

Autor	Título do artigo	Breve descrição	Propósito
			programas de desenvolvimento
Rezaei, Kadziński e Vana (2017)	<i>Embedding carbon impact assessment in multi-criteria supplier segmentation using ELECTRE TRI-rC</i>	Neste artigo, uma abordagem abrangente de segmentação de fornecedores chamada “matriz de potencial de fornecedor” é proposta para segmentação de fornecedor verde. Duas dimensões (capacidades do fornecedor e disposição para colaborar do fornecedor) são usadas para avaliar o potencial verde do fornecedor. Um método de classificação chamado ELECTRE TRI-rC é usado para calcular as pontuações dos fornecedores em cada dimensão.	- Identificar fornecedores para implantar programas de desenvolvimento
Rezaei, Wang e Tavasszy (2015)	<i>Linking supplier development to supplier segmentation using Best Worst Method</i>	Este artigo propõe uma abordagem integrativa que inclui capacidades e disposição para colaborar como duas dimensões para avaliar e subsequentemente segmentar fornecedores. Os resultados dessa segmentação são usados como a principal base para o desenvolvimento de fornecedores. A abordagem integrativa proposta ajuda as empresas a distribuir seus recursos gerenciais com mais eficiência. Foi utilizado um novo método de tomada de decisão multicritério, chamado <i>Best Worst Method</i> (BWM) para segmentar fornecedores.	- Definir qual tipo de relacionamento deve ser desenvolvido com o fornecedor - Identificar fornecedores para implantar programas de desenvolvimento
Santos, Osiro e Lima (2017)	<i>A model based on 2-tuple fuzzy linguistic representation and Analytic Hierarchy Process for supplier segmentation using</i>	Este artigo propõe um modelo de segmentação baseado nos relacionamentos com fornecedores, capaz de agregar critérios quantitativos e qualitativos. O AHP foi utilizado para determinar a importância relativa de cada critério. Fuzzy 2-tuple foi usado para avaliar fornecedores com base em uma mistura de dados quantitativos históricos e julgamentos qualitativos por especialistas em compras.	- Definir qual tipo de relacionamento deve ser desenvolvido com o fornecedor

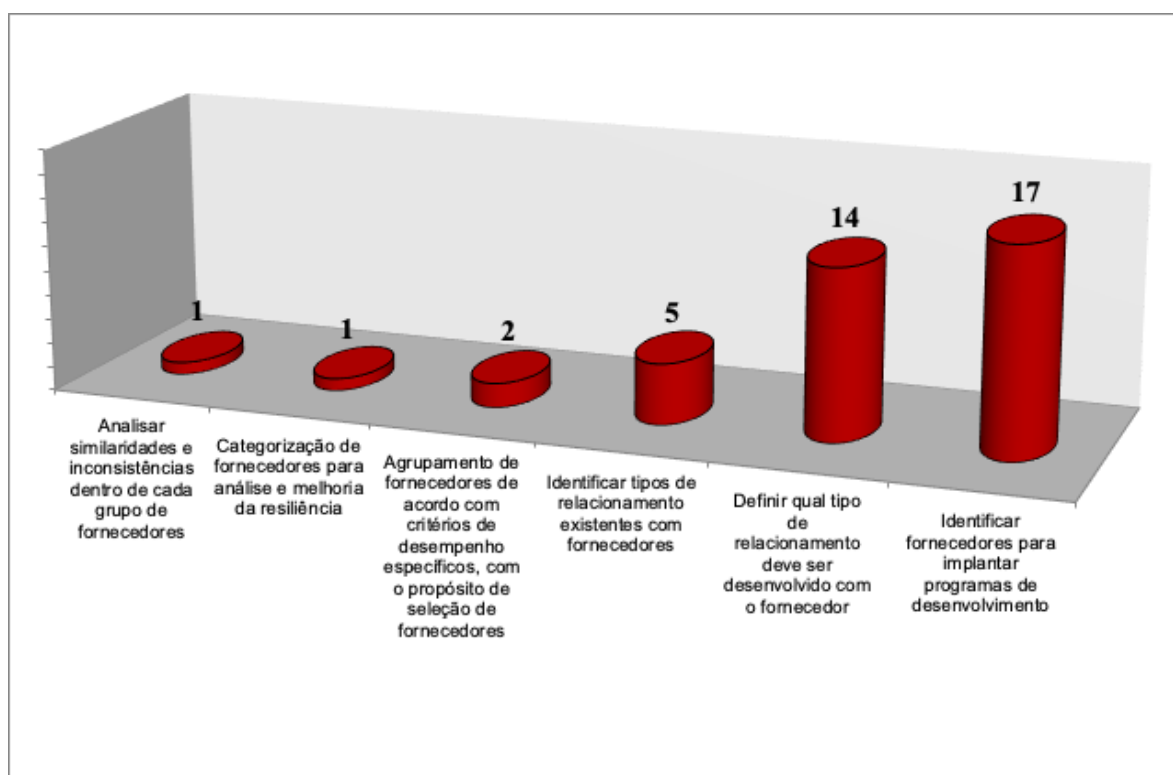
Autor	Título do artigo	Breve descrição	Propósito
	<i>qualitative and quantitative criteria</i>		- Identificar fornecedores para implantar programas de desenvolvimento
Segura, e Maroto (2017)	<i>A multiple criteria supplier segmentation using outranking and value function methods</i>	O objetivo desta pesquisa é desenvolver e testar um sistema integrado, que permita qualificar fornecedores e também segmentar fornecedores, monitorando seu desempenho com base em uma ferramenta de múltiplos critérios para tomada sistemática de decisões. Esta proposta consiste em um procedimento geral para avaliar fornecedores com base principalmente na exploração de todos os bancos de dados confiáveis da empresa.	- Definir qual tipo de relacionamento deve ser desenvolvido com o fornecedor
Svensson (2004)	<i>Supplier segmentation in the automotive industry: A dyadic approach of a managerial model</i>	O objetivo desta pesquisa é descrever um modelo empírico da segmentação de fornecedores de uma VM (<i>Vehicle Manufacturers</i>). O objetivo também é fornecer implicações teóricas e gerenciais em torno da segmentação de fornecedores das VMs na indústria automotiva. A segmentação de fornecedores na indústria automotiva se baseia em uma abordagem didática entre uma VM e seus fornecedores. O modelo de segmentação proposto consiste em duas dimensões: o compromisso do fornecedor com uma VM; e a importância da mercadoria para uma VM. Esta pesquisa também fornece uma ilustração empírica da segmentação de fornecedores na indústria automotiva, com base em uma VM e seus fornecedores mais importantes.	- Identificar tipos de relacionamento existentes com fornecedores
Torres-Ruiza e Ravindranb (2018)	<i>Multiple Criteria Framework for the Sustainability Risk</i>	A estrutura de avaliação de risco de sustentabilidade em suprimentos quantifica os riscos potenciais para a sustentabilidade da cadeia de suprimentos para diferentes segmentos de fornecedores. Os segmentos de fornecedores são	- Identificar fornecedores para implantar

Autor	Título do artigo	Breve descrição	Propósito
	<i>Assessment of a Supplier Portfolio</i>	representados através de uma matriz 2 × 4 (8 quadrantes), com o custo dos produtos no eixo x, o risco de fornecimento no eixo y e o impacto da sustentabilidade no eixo z.	programas de desenvolvimento
Wasti, Kozan e Kuman (2006)	<i>Buyer-supplier relationships in the Turkish automotive industry</i>	Usando um modelo de linha de base de relacionamentos comprador-fornecedor, o estudo visa identificar os tipos de relacionamentos em uma indústria automotiva turca e testar previsões de como essas relações diferem entre as variáveis de clima contextual, gerencial e social.	- Identificar tipos de relacionamento existentes com fornecedores

Fonte: Proposto pelo autor, baseado nos resultados de pesquisa.

Ao analisar os artigos desta revisão sistemática, foi possível identificar ao menos seis tipos de propósito que direcionam estes trabalhos, são eles: agrupamento de fornecedores de acordo com critérios de desempenho específicos, com o propósito de seleção de fornecedores; analisar similaridades e inconsistências dentro de cada grupo de fornecedores; categorização de fornecedores para análise e melhoria da resiliência; definir qual tipo de relacionamento deve ser desenvolvido com o fornecedor; Identificar fornecedores para implantar programas de desenvolvimento; e identificar tipos de relacionamento existentes com fornecedores. A Figura 5 traz a frequência de cada propósito presente nos trabalhos, pode-se perceber que o propósito mais presente é o de “Identificar fornecedores para implantar programas de desenvolvimento” (17 ocorrências), seguido por “definir qual tipo de relacionamento deve ser desenvolvido com o fornecedor” (14 ocorrências), e por “identificar tipos de relacionamento existentes com fornecedores” (5 ocorrências).

Figura 5 - Frequência de cada propósito



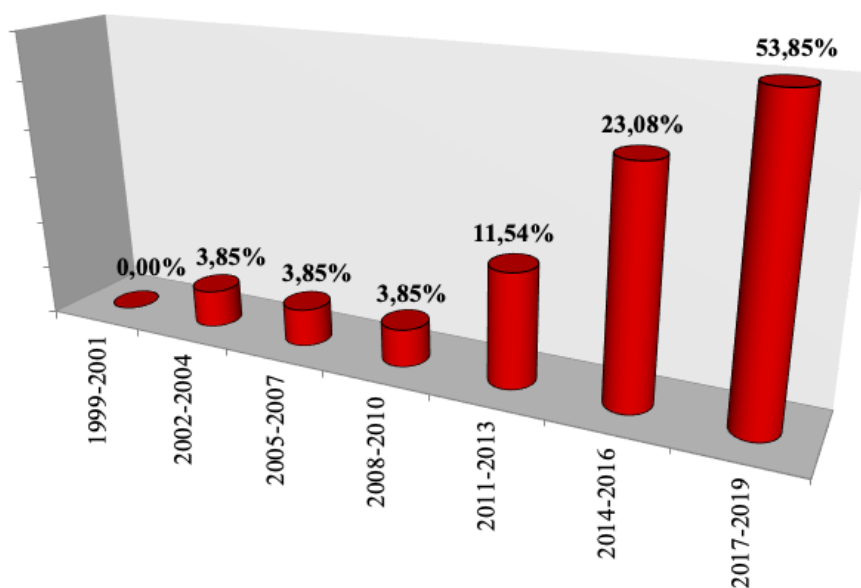
Fonte: Proposto pelo autor, baseado nos resultados de pesquisa.

Nas subseções seguintes, são apresentadas as análises de frequência a respeito dos demais fatores de caracterização dos estudos, descritos na seção 4.2.

3.4.3.1 Origem dos artigos estudados

Na Figura 6, o percentual de artigos publicados em intervalos de três em três anos pode ser observado. O período de análise inicia-se no ano de 1999 e se estende até 2019. Nota-se que a primeira publicação sobre o tema ocorreu no triênio de 2002 a 2004, mais exatamente no ano de 2004. Percebe-se que o tema vem ganhando uma maior atenção dos pesquisadores nos últimos anos, pois 53,85% das publicações ocorreram no último triênio.

Figura 6 - Quantidade de estudos por triênio

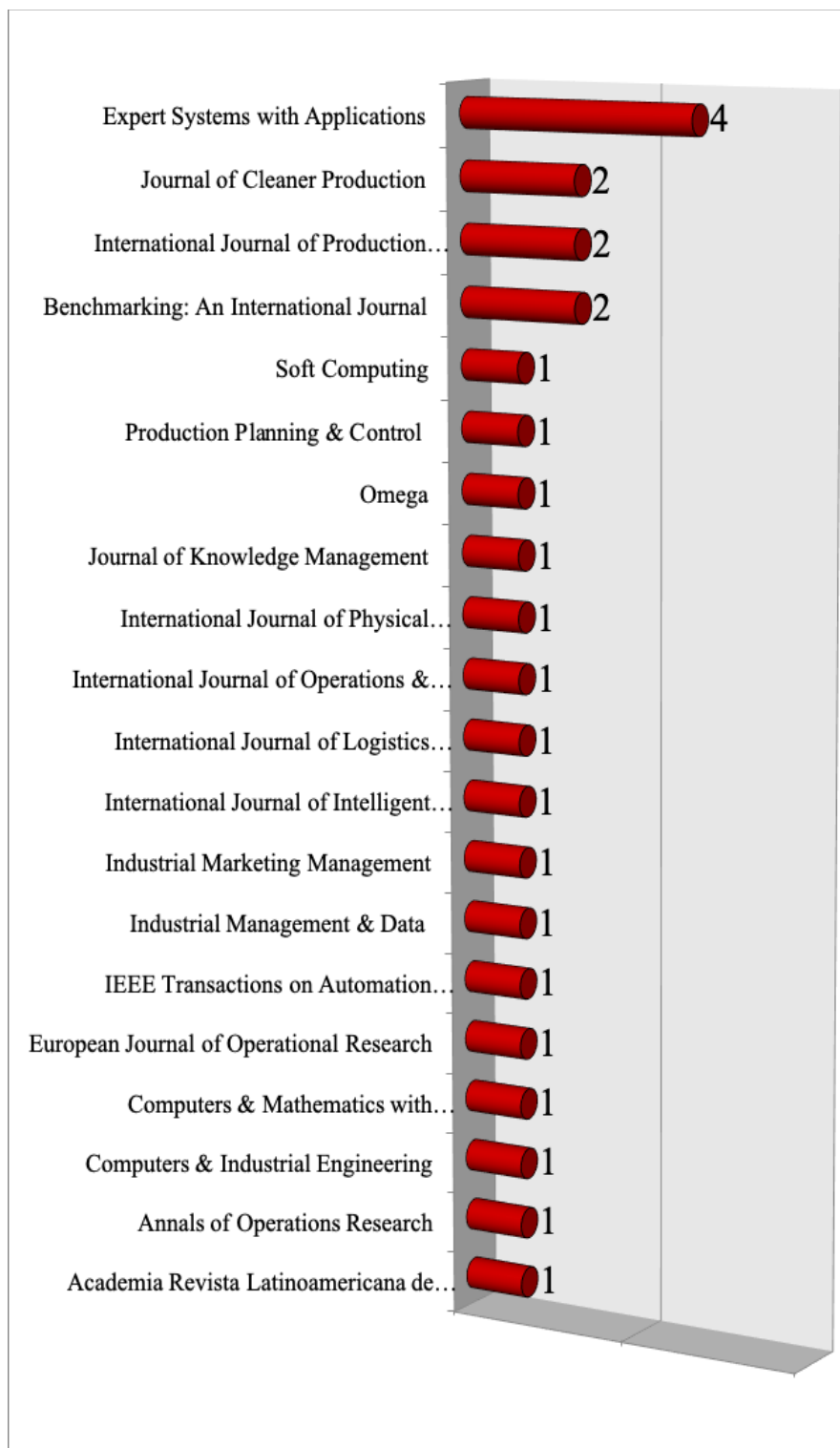


Fonte: Proposto pelo autor, baseado nos resultados de pesquisa.

A Figura 7 lista os periódicos em que os estudos foram publicados, essa informação é importante pois permite aos pesquisadores um melhor direcionamento de seus trabalhos para avaliação e posterior publicação. No total, foram identificados 20 periódicos. Pode-se identificar que o periódico que mais publicou sobre o tema em questão foi a revista *Expert Systems with Applications*, com quatro publicações, seguido pelos seguintes periódicos: *Journal of Cleaner Production*,

International Journal of Production Economics e Benchmarking: An International Journal com duas publicações cada.

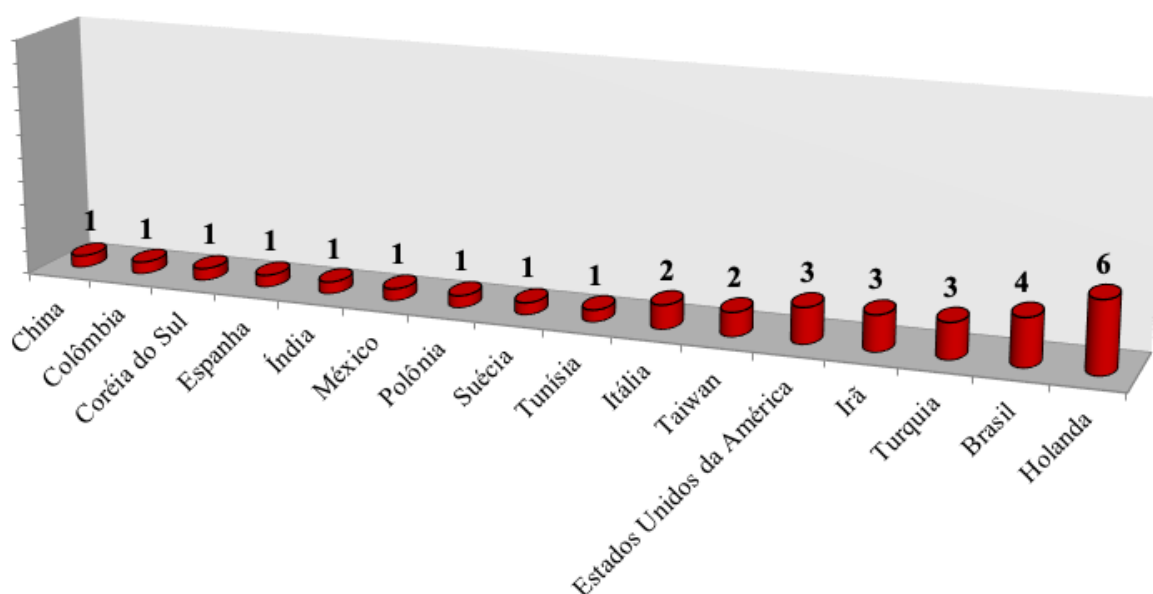
Figura 7 - Quantidade de publicações por periódico



Fonte: Proposto pelo autor, baseado nos resultados de pesquisa.

Já na Figura 8, observa-se a quantidade de estudos publicados pelo país de origem dos pesquisadores. Tendo em vista que um estudo pode ser feito por diversos pesquisadores de nacionalidades distintas, tem-se um número superior de países classificados (32) se comparado ao número total de artigos (26). Os países com maior número de publicações são de origem holandesa (6 publicações), seguidos de brasileiros (4 publicações), turcos, iranianos e americanos (3 publicações cada).

Figura 8 - Quantidade de estudos publicados por país de origem



Fonte: Proposto pelo autor, baseado nos resultados de pesquisa.

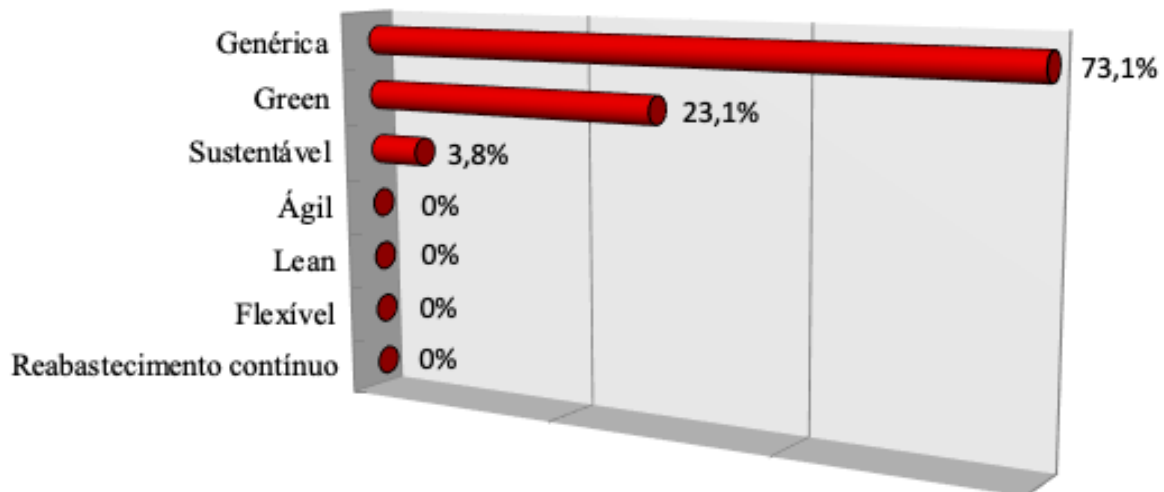
3.4.3.2 Características dos modelos analisados

Nesta subseção serão analisadas as seguintes características dos modelos analisados, são elas: tipo de cadeia de suprimentos, grupos de fornecedores, critérios de segmentação, dimensões de segmentação, escolha dos critérios, técnica, habilidade para modelar incerteza, habilidade de aprendizagem, tipo de modelo, tipo de aplicação fonte dos dados de desempenho dos fornecedores e validação do modelo.

Quanto ao tipo de estratégia cadeia de suprimento adotada pelos modelos, pode-se perceber, conforme a Figura 9, que a maioria não é voltada para um tipo específico de estratégia (73,1%). Dentre os estudos que consideram uma estratégia

específica, a maioria é voltado para cadeia *green* (23,1%) e alguns focados em cadeia sustentável (3,8%). É possível identificar a ausência de modelos que tomam como base as estratégias ágil, *lean*, flexível e de reabastecimento contínuo.

Figura 9 - Tipo de cadeia de suprimentos



Fonte: Proposto pelo autor, baseado nos resultados de pesquisa.

No Quadro 4 são apresentadas as dimensões de segmentação, os critérios de segmentação e os grupos de fornecedores que constam em cada um dos trabalhos que compõem esta revisão sistemática.

Quadro 4 – Dimensões, critérios de segmentação e grupos de fornecedores

Autor	Dimensões de segmentação	CrITÉrios de segmentação	Grupos de fornecedores
Akman (2015)	Não utiliza matriz de segmentação	Entrega; Custo; Qualidade; Serviço; Sistema de gestão ambiental; Capacidade verde; Imagem verde; Prevenção de poluição; Design verde	Ruim; médio; bom
Aloini et al. (2019)	Atratividade do fornecedor e força do relacionamento	Volume ou valor monetário das compras; Importância do comprador para o fornecedor; Custos de troca de saída; Nível e número de contatos pessoais; Duração do relacionamento de troca; Cooperação no desenvolvimento; Cooperação técnica; Integração na gestão; Confiabilidade; Flexibilidade; Rapidez; Qualidade; Preço; Capacidade de lidar com mudanças na tecnologia; Capacidade de design do fornecedor; Capacidade tecnológica atual e futura do fornecedor; Estabilidade financeira; Escala e experiência do fornecedor; Risco geral e incerteza ao lidar com o fornecedor (parada); Integração interna e externa com o fornecedor.	<i>Very High-High; High-High; High-Very High; Very High-Very High</i>
Bai, Rezaei e Sarkis (2017)	Capacidades dos fornecedores e disposição para colaborar dos fornecedores	Suporte da gerência sênior, treinamento ambiental dos funcionários, colaboração com as partes interessadas, eficiência energética, design de produtos ecológicos, transporte e embalagem ecológicos, reconhecimento externo, divulgação de carbono e controle de poluição, comprometimento com o comprador, comprometimento com o meio ambiente, aberto ao compartilhamento de informações, aberto a avaliação do local, confiança da empresa compradora, e riqueza da comunicação	Baixas capacidades e baixa disposição; baixas capacidades e alta disposição; altas capacidades e baixa disposição; altas capacidades e alta disposição

Autor	Dimensões de segmentação	Critérios de segmentação	Grupos de fornecedores
Bianchini et al. (2019)	Risco de fornecimento e impacto no lucro	Relevância do fornecedor, Poder de barganha, Ritmo do avanço tecnológico, Capacidade de produção, Complexidade logística, Custo médio, Número de produtos gerenciados, Pagamento, Qualidade	Estratégico; tático; crítico; alavancagem
Boujelben (2017)	Capacidades dos fornecedores e disposição para colaborar dos fornecedores	Qualidade; entrega; preço; capacidade de reserva; localização geográfica; posição financeira; abertura à comunicação; disposição recíproca; disposição para compartilhar informações; esforço do fornecedor em promover os princípios de JIT; relacionamento de longo prazo; compromisso com a qualidade	<i>Cluster C1; Cluster C2; Cluster C3; Cluster C4</i>
Che (2011)	Não utiliza matriz de segmentação	Qualidade do produto, tempo de produção, custo de inventário, nível de estoque, custo de pedido, preço unitário	Cluster 1: Cluster de consideração de custo; Cluster 2: Cluster de consideração de qualidade; Cluster 3: cluster de consideração de tempo
Demir et al. (2018)	Não utiliza matriz de segmentação	CR1: Programa de Reciclagem; CR2: materiais ecológicos; CR3: Descarte adequado de resíduos; CR4: Gerenciamento de energia; CR5: Reciclagem de resíduos; CR6: projetos de responsabilidade social; CR7: Distribuição de produtos ecológicos; CR8: Medição de emissão; CR9: produção consciente do meio ambiente; CR10: Programas de treinamento em questões ambientais	Melhor grupo; grupo moderado; e pior grupo
Haghighi, Morad e Salahi (2014)	Capacidades dos fornecedores e disposição para	Preço, entrega, qualidade, capacidade de reserva, localização geográfica e posição financeira, compromisso com a qualidade, abertura à comunicação, acordo recíproco, disposição para compartilhar informações,	Baixas capacidades e baixa disposição; baixas capacidades e alta

Autor	Dimensões de segmentação	Critérios de segmentação	Grupos de fornecedores
	colaborar dos fornecedores	esforço do fornecedor na promoção dos princípios de JIT, e relacionamento de longo prazo	disposição; altas capacidades e baixa disposição; altas capacidades e alta disposição
Jharkharia e Das (2019)	Decisões de investimento do fornecedor e decisões de colaboração do fornecedor	Estratégia de redução de carbono no nível da diretoria (E1); Políticas transparentes sobre divulgação de carbono (E2); Metas de redução de vestígio de carbono (E3); Treinamento de funcionários sobre os padrões de gerenciamento de carbono (E4); Análise de ciclo de vida para redução de emissões (E5); Identificação de escopo para redução de emissões (E6); Contabilidade do vestígio de carbono (E7); Plataforma baseada no conhecimento para o sistema de gerenciamento de carbono (E8); Iniciar metas de redução de emissões no design de produtos; (E9) Disponibilidade e uso de tecnologias de baixo carbono (E10); Poder de mercado fornecedor em relação ao desempenho do carbono comparado a outros (E11); Participação em diferentes iniciativas externas para redução de emissões (E12); Risco de falha na consecução das metas de redução (E13); Risco de compartilhar conhecimento de redução de emissões com o concorrente (E14)	<i>Cluster 1; Cluster 2; Cluster 3; Cluster 4</i>
Lima-Junior e Carpinetti (2016)	Custo e desempenho de entrega	Custo de devolução, custo do material desembarcado, pedidos entregues na íntegra, desempenho da entrega até a data de entrega, precisão da documentação, condições perfeitas, "tempo do ciclo da fonte,	Substituir fornecedor; necessidade de redução de custo; necessidade de melhoria de desempenho

Autor	Dimensões de segmentação	Critérios de segmentação	Grupos de fornecedores
		adaptabilidade da fonte superior, adaptabilidade da fonte inferior, adaptabilidade da fonte inferior, classificação de risco do fornecedor	de entrega; manter relacionamento comprador-fornecedor
Lo e Sudjatmika (2016)	Capacidades dos fornecedores e disposição para colaborar dos fornecedores	Preço, entrega do fornecedor, qualidade do produto, capacidade de reserva, localização geográfica e posição financeira, compromisso com a qualidade, abertura à comunicação, acordo recíproco, vontade de compartilhar informações, princípio do JIT, e relacionamento de longo prazo.	Baixas capacidades e baixa disposição; baixas capacidades e alta disposição; altas capacidades e baixa disposição; altas capacidades e alta disposição
Medeiros e Ferreira (2018)	Risco de fornecimento e impacto no lucro	Escassez de fornecimento (c1), Barreiras à entrada (c2), Avanço tecnológico (c3), Tempo de espera (c4), Rentabilidade (c5), Crescimento dos negócios (c6), Custo do material (c7), Risco (c8)	Estratégico; gargalo; não-crítico; alavancagem
Osiro, Lima-Junior e Carpinetti (2014)	Potencial de parceria e desempenho de entrega	Compromisso com a melhoria e redução de custos; Facilidade de comunicação; Capacidade financeira; Capacidade técnica; Confiabilidade de entrega; Desempenho de preços; Qualidade de conformidade; Resolução do problema	Baixo potencial para parceria e baixo desempenho de entrega; baixo potencial para parceria e desempenho de entrega média; baixo potencial para parceria e alta entrega; potencial médio para parceria e

Autor	Dimensões de segmentação	Critérios de segmentação	Grupos de fornecedores
			desempenho de entrega baixa; potencial médio para parceria e desempenho de entrega média; potencial médio para parceria e alto desempenho de entrega; alto potencial de parceria e baixo desempenho de entrega; alto potencial para parceria e desempenho de entrega média; alto potencial de parceria e alto desempenho de entrega.
Park et al. (2010)	Importância estratégica e atratividade do relacionamento	Qualidade; Custo; Entrega; Tecnologia; Gestão; Colaboração.	Melhoria; manutenção; colaboração; grupo principal
Parkouhi, Ghadikolaei e Lajimi (2019)	Intensificador de resiliência e redutor de resiliência.	Prazo de entrega do pedido, personalização, flexibilidade do processo, taxa de rendimento, sentimento de confiança, atitude da gerência para o futuro, nível de colaboração, proximidade de relacionamento, variação de preço, visibilidade, segurança, controles e programas ambientais, Limite de capacidade do fornecedor, Limite de capacidade do fornecedor, Tempo	Volátil; vulnerável; sensível; resiliente

Autor	Dimensões de segmentação	Critérios de segmentação	Grupos de fornecedores
		para formação do relacionamento, Dificuldades de aquisição de matéria-prima do fornecedor, Custo do frete, Vulnerabilidade, Poder de barganha do fornecedor, Risco financeiro, Histórico de desempenho ruim e Reputação	
Restrepo e Villegas (2019)	Eficiência da diversidade e eficiência cruzada	Frequência de eficiência cruzada; Índice de diversidade; Eficiência na diversidade	Fornecedores com desempenho superior a outros; fornecedores com bom desempenho geral; fornecedores de nicho com características distintas; fornecedores com desempenho inferior.
Rezaei e Lajimi (2019)	Risco de fornecimento e impacto no lucro; Capacidades dos fornecedores e disposição para colaborar dos fornecedores	Localização geográfica, Disponibilidade do produto, Tempo de entrega, Suporte pós-venda, Garantia, Qualidade, Valor total adquirido, Crescimento esperado na demanda da empresa, Preço do produto, Experiência anterior com fornecedor, Preço, Entrega, Qualidade, Capacidade de reserva, Localização geográfica, Posição financeira, Compromisso com a qualidade, abertura à comunicação, disposição recíproca, disposição para compartilhar informações, relacionamento de longo prazo	Estratégico; gargalo; não-crítico; alavancagem
Rezaei e Ortt (2013)	Capacidades dos fornecedores e disposição para	Preço, entrega, qualidade, capacidade de reserva, localização geográfica e posição financeira, compromisso com a qualidade, abertura à comunicação, acordo recíproco, vontade de compartilhar informações,	Baixas capacidades e baixa disposição; baixas capacidades e alta disposição; altas

Autor	Dimensões de segmentação	Critérios de segmentação	Grupos de fornecedores
	colaborar dos fornecedores	esforço do fornecedor em promover os princípios de JIT, e relacionamento de longo prazo)	capacidades e baixa disposição; altas capacidades e alta disposição
Rezaei, e Ortt (2013)	Capacidades dos fornecedores e disposição para colaborar dos fornecedores	Preço, entrega, qualidade, capacidade de reserva, localização geográfica, posição financeira, compromisso com a qualidade, abertura à comunicação, disposição recíproca, disposição para compartilhar informações, esforço do fornecedor em promover os princípios da JIT, relacionamento de longo prazo	Baixas capacidades e baixa disposição; baixas capacidades e alta disposição; altas capacidades e baixa disposição; altas capacidades e alta disposição
Rezaei, Kadziński e Vana (2017)	Capacidades dos fornecedores e disposição para colaborar dos fornecedores	Suporte à gerência sênior, Pessoal, Rede, Eficiência energética, <i>Eco +</i> , Transporte e empacotamento, Reconhecimento externo, Desprendimento de carbono, Controle de poluição, Compromisso com o comprado, Compromisso com a sustentabilidade, Abertura ao compartilhamento de informações, Abertura à avaliação do canteiro, Confiança, Riqueza na comunicação	Baixas capacidades e baixa disposição; baixa capacidade e média disposição; baixas capacidades e alta disposição; altas capacidades e disposição média; capacidades médias e baixa disposição; capacidades médias e disposição média;

Autor	Dimensões de segmentação	Critérios de segmentação	Grupos de fornecedores
			capacidades médias e alta disposição; altas capacidades e baixa disposição; altas capacidades e disposição média; altas capacidades e alta disposição
Rezaei, Wang e Tavasszy (2015)	Capacidades dos fornecedores e disposição para colaborar dos fornecedores	Capacidade do processo, qualidade, confiabilidade do produto, entrega, capacidade de reserva, tempo de entrega, quantidade de negócios anteriores, suporte pós-venda, preço / custo, disponibilidade de tecnologias limpas, gerenciamento e organização, compromisso com a melhoria contínua do produto e processo, esforço do fornecedor em promover os princípios JIT, abertura honesta e frequente de comunicação, avaliação aberta ao local, avaliação ética, padrões éticos, relacionamento de longo prazo, comprometimento com a qualidade	Baixas capacidades e baixa disposição; baixas capacidades e alta disposição; altas capacidades e baixadisposição; altas capacidades e alta disposição
Santos, Osiro e Lima (2017)	Capacidades dos fornecedores e disposição para colaborar dos fornecedores	Qualidade do produto; Capacidades de embalagem; Prazo de entrega; Suporte pós-venda; Sistema de faturamento e processamento de pedidos; Confiabilidade na entrega, abertura à comunicação frequente e honesta; Transparência; Ética, respeito mútuo e honestidade; Experiência anterior com o fornecedor; Cumprimento da legislação licitatória; Compromisso com a qualidade	Baixas capacidades e baixa disposição; baixas capacidades e alta disposição; altas capacidades e baixadisposição; altas capacidades e alta disposição

Autor	Dimensões de segmentação	CrITÉrios de segmentação	Grupos de fornecedores
Segura, e Maroto (2017)	Desempenho crítico de fornecedores e desempenho estratégico de fornecedores	Desempenho crítico de produtos, atrasos, risco comercial, risco do país fornecedor, risco de cobrança do fornecedor, desempenho estratégico de produtos, volume de compras	Longo prazo, preço, parceiros, remover.
Svensson (2004)	Compromisso do fornecedor e importância do produto	Estratégia de relacionamento com parceiro de negócios, estratégia de relacionamento amigável, estratégia de relacionamento transacional, importância do relacionamento, e grau de cooperação no relacionamento	Família; amigável; transacional; parceiro de negócios
Torres-Ruiz e Ravindran (2018)	País; desempenho do negócio do fornecedor; equipamento e suprimento do fornecedor	Reputação; Acesso a capital; Segurança de suprimentos; Regulamento; Eficiência e Produtividade; Político e econômico; Confiar em; Logística; Das Alterações Climáticas; Direitos humanos e práticas trabalhistas; Desempenho do negócio do fornecedor; Gestão; Qualidade; Custo de aquisição; Entrega; Fornecedor E&S; Das Alterações Climáticas; Uso de Recursos; Direitos humanos e práticas trabalhistas; Saúde e Segurança Humana	Estratégico; tático; crítico; alavancagem
Wasti, Kozan e Kuman (2006)	Investimentos específicos do fornecedor e investimentos específicos do comprador	Características dos produtos, Características dos fornecedores, Intercâmbio de informações, Cooperação, Entendimento mútuo, Equidade de retorno, Satisfação	Comprador cativo; parceria estratégica; troca de mercado; fornecedor cativo

Fonte: Proposto pelo autor, baseado nos resultados de pesquisa.

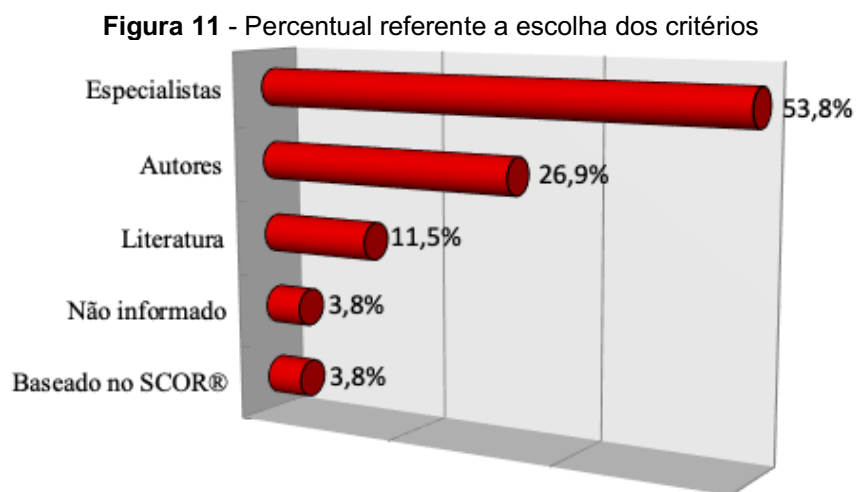
As matrizes de segmentação de fornecedores são ferramentas amplamente utilizadas nos estudos revisados. Dentre os 26 artigos analisados, apenas 3 artigos não apresentaram a utilização desta ferramenta de segmentação. Pode-se constatar na Figura 10 que as dimensões das matrizes de segmentação mais utilizadas foram as de “capacidade dos fornecedores” e “disposição dos fornecedores para colaborar”, isso ocorreu em nove estudos. Essas dimensões foram propostas no trabalho de Rezaei e Ort (2012) e diversos modelos de segmentação de fornecedores as utilizam.

Figura 10 - Frequência das dimensões de segmentação



Fonte: Proposto pelo autor, baseado nos resultados de pesquisa.

A escolha dos critérios associados a cada dimensão pode se dar por meio da literatura, ou seja, há a apropriação de critérios utilizados em outros estudos para elaborar um novo trabalho. Outra forma de se escolher os critérios para um estudo, pode ser através de outros modelos de referência como o SCOR® (*Supply Chain Operations Reference*). Os critérios também podem ser fornecidos por especialistas (gerentes, diretores, entre outros) ou através do próprio autor do estudo em questão. Na Figura 11 é apresentado o percentual relativo a escolha dos critérios, pode-se analisar que na grande maioria dos estudos que compõem esta revisão (53,8%), tiveram os seus critérios escolhidos através de especialistas, já 26,9% foram escolhidos através dos autores e 11,5% a partir da literatura.

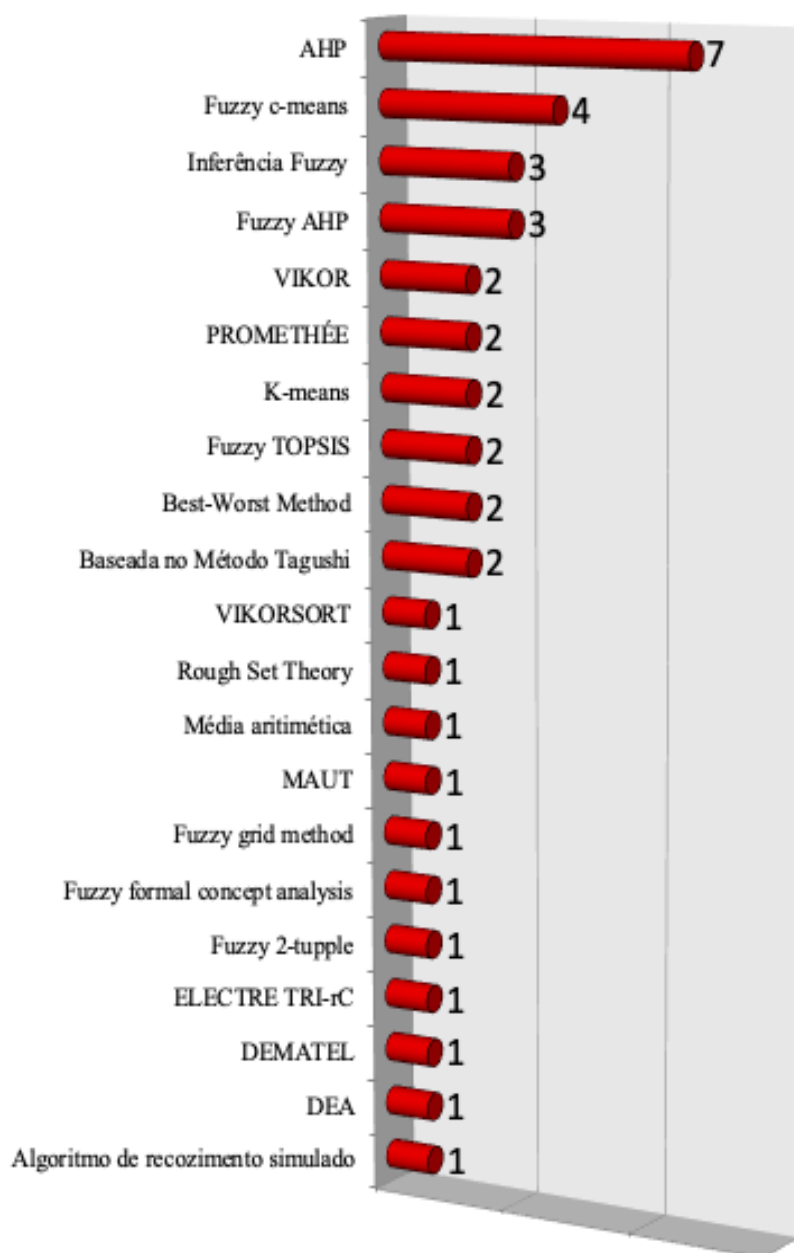


Fonte: Proposto pelo autor, baseado nos resultados de pesquisa.

A Figura 12 apresenta a análise de frequência referente às técnicas empregadas nos trabalhos publicados. Percebe-se que o número de técnicas é superior ao número de artigos coletados. Isso acontece porque diversos artigos utilizam técnicas combinadas, ou seja, mais de uma técnica é utilizada na composição do modelo. Sobre o tipo de abordagem, verificou-se que grande parte desses estudos (69,2%) utiliza de técnicas aplicadas de forma isolada em seus modelos e 30,8% utilizam técnicas combinadas. Na Figura 12, pode-se observar que a técnica mais utilizada foi a AHP (sete aplicações), seguida pela técnica *Fuzzy c-means*, com quatro aplicações, e pelas técnicas Inferência *Fuzzy* e *Fuzzy AHP* com três ocorrências. Dos modelos analisados e suas técnicas, pode-se constatar que 80,8% não possuem capacidade de

aprendizagem, 80,8% suportam decisão em grupo e 65,4% apresentam alguma abordagem para modelar incerteza. Percebe-se que as técnicas baseadas em lógica *fuzzy* foram amplamente empregadas (53,8% do total). Um possível motivo para isso, deve-se ao fato de que as abordagens baseadas em *fuzzy* são ideais para problemas que tratem variáveis qualitativas, possuam julgamentos subjetivos e valores imprecisos, o que ocorre com frequência no julgamento de fornecedores.

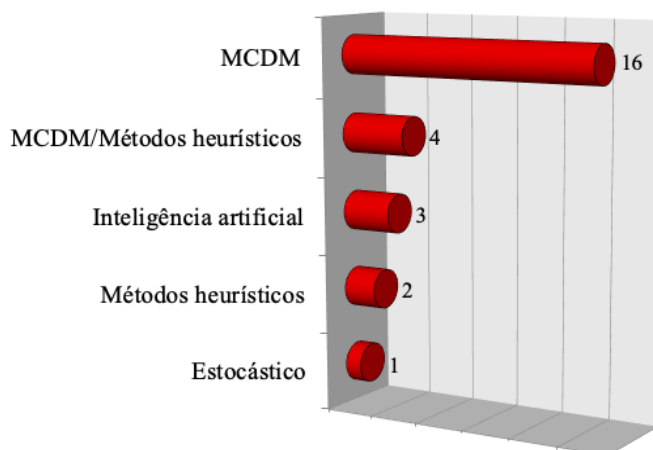
Figura 12 - Frequência das técnicas empregadas



Fonte: Proposto pelo autor, baseado nos resultados de pesquisa.

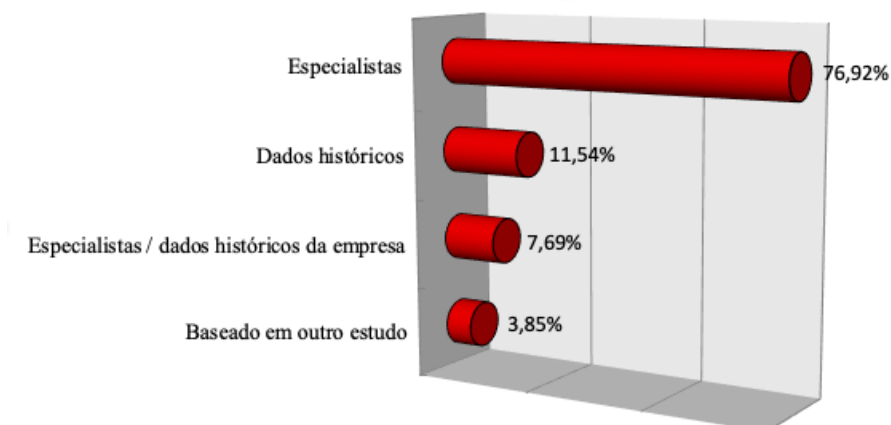
O tipo do modelo diz respeito à natureza das técnicas quantitativas empregadas. Nos estudos revisados foram identificadas cinco categorias, são elas: MCDM (*Multicriteria Decision Making*), inteligência artificial, métodos heurísticos, estocásticos e modelos que combinam MCDM com métodos heurísticos. A Figura 13 apresenta as quantidades de estudos que se utilizam de cada tipo. Pode-se analisar que as técnicas da categoria MCDM foram as mais utilizadas com 16 ocorrências, seguidas da combinação de MCDM com métodos heurísticos (4 ocorrências) e inteligência artificial (3 ocorrências). É importante notar que os métodos híbridos, que foram desenvolvidos a partir dos procedimentos matemáticos de métodos MCDM com recursos da teoria dos conjuntos *fuzzy*, foram contabilizados como MCDM. Alguns exemplos de métodos híbridos utilizados em segmentação de fornecedores são *Fuzzy AHP* e *Fuzzy TOPSIS*.

Figura 13 - Tipo dos modelos considerando as técnicas quantitativas empregadas



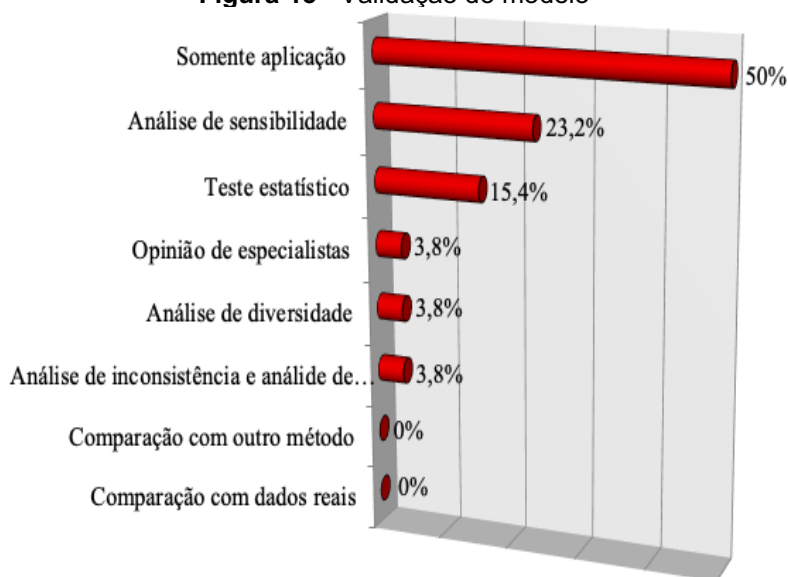
Fonte: Proposto pelo autor, baseado nos resultados de pesquisa.

Quanto ao tipo de aplicação, dos 26 estudos analisados nesta revisão, 25 estudos foram realizados em situações reais com dados reais e apenas um estudo foi realizado de forma simulada. Sobre a fonte dos dados de desempenho dos fornecedores, pode-se analisar na Figura 14, que a grande maioria tem origem na opinião de especialistas (76,92%). Os dados históricos são a segunda fonte mais utilizada (11,54%) e a combinação entre a opinião de especialistas e os dados históricos da empresa vêm logo em seguida (7,69%). Por fim, os dados que têm origem em outros estudos correspondem a 3,85% dos estudos.

Figura 14 - Fonte dos dados de desempenho dos fornecedores

Fonte: Proposto pelo autor, baseado nos resultados de pesquisa.

Diversas abordagens para validação podem ser empregadas nos modelos visando avaliar a adequação destes. Contudo a Figura 15, mostra que 50% dos estudos que constam nesta revisão não se utilizam de métodos de validação dos resultados obtidos e realizam somente a aplicação do modelo proposto. Dentre os que utilizam alguma técnica de validação, 23,2% realizam análises de sensibilidade e 15,4% aplicam algum teste estatístico para a validação, incluindo testes de hipótese, análise de variância (ANOVA) e testes de correlação.

Figura 15 - Validação do modelo

Fonte: Proposto pelo autor, baseado nos resultados de pesquisa.

3.4.4 Lacunas de Pesquisa Identificadas

Neste estudo foram revisados 26 artigos científicos publicados em 20 periódicos distintos. Desses trabalhos analisados, 53,85% foram publicados nos últimos 3 anos, ou seja, existe um crescente aumento no interesse da comunidade acadêmica em explorar o tema em questão. Das publicações analisadas, todas correspondem a propostas de modelos, notando-se assim a falta de estudos comparativos entre modelos. Esses estudos são interessantes pois permitem elucidar vantagens e desvantagens dos modelos existentes.

Sobre as técnicas utilizadas, pode-se perceber que a mais utilizada foi a AHP. Notou-se a ausência de uso de diversas técnicas, incluindo TOPSIS, *Fuzzy-QFD*, Delphi, ANP, sistemas neuro-fuzzy e técnicas baseadas a teoria dos conjuntos *hesitant fuzzy*. No que diz respeito ao tipo do modelo, constatou-se que os modelos que se utilizam de técnicas MCDM são os mais recorrentes, sendo que os modelos baseados em métodos heurísticos e estocásticos foram pouco explorados. Modelos baseados em programação matemática não foram identificados.

Também não foram encontrados modelos voltados para cadeias de suprimentos *lean*, ágil, flexível e de reabastecimento contínuo. Além de propor modelos considerando critérios alinhados a tais estratégias, estudos futuros podem desenvolver abordagens adequadas aos requisitos de cadeias de suprimentos digitais (ou *smart supply chain*), o que é relevante para apoiar decisões no contexto da indústria 4.0.

As dimensões de segmentação, “capacidades dos fornecedores” e “disposição dos fornecedores para colaborar”, propostas por Rezaei e Ortt (2012) foram as mais aplicadas. Pode-se notar, por meio desta revisão, que muitas das abordagens de segmentação dispostas no Quadro 1 não foram identificadas. Portanto, estudos que explorem essas abordagens por meio de métodos quantitativos enriqueceriam a literatura. Abordagens como as de Hallikas et al. (2005) e Nellore e Söderquist (2000) - que definem as respectivas dimensões de segmentação “risco de dependência do comprador” e “risco de dependência do fornecedor”, “atratividade relativa do fornecedor” e “intensidade do relacionamento” - possuem espaço para serem exploradas.

Sobre a escolha dos critérios, sugere-se a criação de modelos que utilizem os indicadores propostos pelo SCOR® ou do *Balanced Scorecard*. Vale destacar que o uso dos indicadores propostos pelo SCOR® fornece maior padronização e habilita a empresa compradora a realizar *bechmarking* com outras cadeias de suprimentos usando a ferramenta *SCORmark* (LIMA-JUNIOR; CARPINETTI, 2016). Outra oportunidade de pesquisa identificada consiste em desenvolver aplicações em empresas de setores poucos estudados, incluindo, por exemplo, o setor hospitalar. Em tais aplicações reais, é importante adotar técnicas para validação dos resultados para garantir maior confiabilidade e aceitação dos modelos propostos.

Embora tenha sido considerada uma boa diversidade de bases de dados, existe a possibilidade de que alguma outra base tenha ficado de fora deste estudo. Como contribuição, os resultados apresentados nesta revisão sistemática podem servir como um guia para o desenvolvimento de novos modelos, de estudos comparativos e também de novos estudos de revisão sistemática, voltados a outros problemas de decisão da área de gestão de operações e de cadeias de suprimentos. No que tange ao desenvolvimento de novos modelos e de estudos comparativos, as lacunas evidenciadas nos parágrafos anteriores mostram que existe um vasto campo para explorar a temática em questão.

Tendo em vista as possibilidades de pesquisa levantadas nesta seção, a próxima seção apresenta a técnica que compõe o modelo de segmentação de fornecedores proposto por este estudo, que será apresentado posteriormente no capítulo 4.

3.5 Fundamentos do Método *Hesitant Fuzzy*-TOPSIS

Tendo como base a teoria dos conjuntos *fuzzy* (ZADEH, 1965), os conjuntos *hesitant fuzzy*, conforme proposto por Torra (2010), possibilitam contornar problemas referentes a hesitação e incertezas na escolha dos termos linguísticos para atribuição dos graus de associação dos elementos do conjunto. Como exemplo, pode-se levantar a seguinte situação: um decisor precisa atribuir um termo linguístico (muito ruim, ruim, médio, bom, muito bom) para avaliar o desempenho de um fornecedor perante um determinado critério. Contudo o

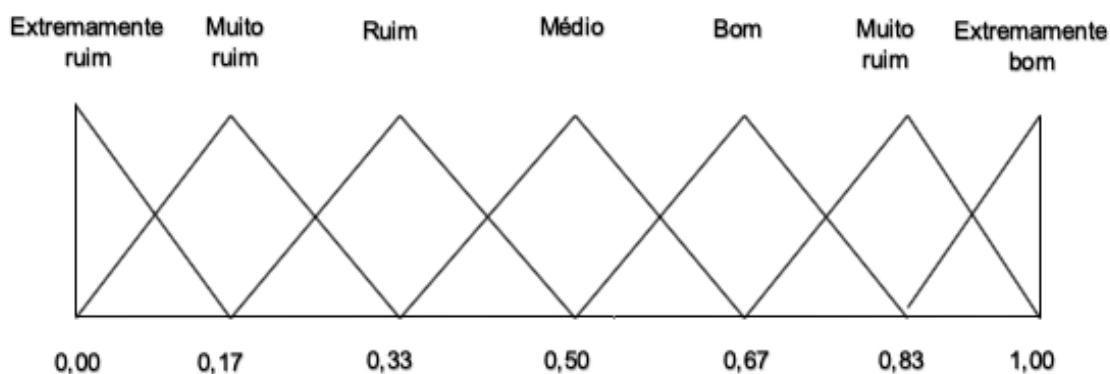
decisor se mostra incerto e hesita ao escolher um termo, ficando em dúvida entre os termos “ruim” e “médio”. A abordagem *Hesitant Fuzzy Linguistic Term Sets* permite contornar este tipo de situação ao permitir a atribuição de mais de um termo linguístico para um julgamento, ou ainda o uso de expressões linguísticas.

3.5.1 *Hesitant Fuzzy Linguistic Term Sets*

Com base na teoria dos conjuntos *fuzzy* e os conceitos dos conjuntos *hesitant fuzzy*, Rodriguez, Martinez e Herrera (2012) propuseram a abordagem *Hesitant Fuzzy Linguistic Term Sets* (HFLTS), que segue os seguintes conceitos:

- a) Termos linguísticos: Para um conjunto de termos linguísticos S , no qual $S = \{s_0, \dots, s_g\}$ (ver a Figura 16), onde H_s é um subconjunto ordenado finito dos termos linguísticos consecutivos de S . Um HFLTS vazio e um HFLTS cheio para uma variável linguística (ϑ) podem ser definidos da seguinte forma (RODRÍGUEZ; MARTÍNEZ; HERRERA, 2012);

Figura 16 – Conjunto *fuzzy* e semântica



Fonte: Adaptado de Rodriguez, Martinez e Herrera (2012).

1. HFLTS vazio: $H_s(\vartheta) = \{ \}$
 2. HFLTS completo: $H_s(\vartheta) = S$
- b) Limite inferior e superior para um HFLTS: Sendo S um conjunto de termos linguísticos, $S = \{s_0, \dots, s_g\}$, e H_s um HFLTS. O limite superior H_{s+} e o limite inferior H_{s-} de H_s são designados pelas equações 1 e 2 (RODRÍGUEZ; MARTÍNEZ; HERRERA, 2012);

$$H_{s+} = (s_i) = s_j, s_i \in H_s \text{ e } s_i \leq s_j \quad \forall i; \quad (1)$$

$$H_{s-} = (s_i) = s_j, s_i \in H_s \text{ e } s_i \geq s_j \quad \forall i. \quad (2)$$

- c) Envoltório para um HFLTS: O envoltório de um HFLTS, $env(H_s)$, corresponde a um intervalo linguístico onde os limites são obtidos por meio dos termos inferior (*min*) e superior (*max*) do subconjunto. Portanto, $env(H_s) = [H_{s-}, H_{s+}]$ (RODRÍGUEZ; MARTÍNEZ; HERRERA, 2012);
- d) Transformação das expressões linguísticas em um HFLTS: Utiliza-se a função $E_{GH}: ll \rightarrow H_s$ para transformar as expressões linguística em HFLTS (H_s) (RODRÍGUEZ; MARTÍNEZ; HERRERA, 2012);

1. $E_{GH}(s_i) = \{s_i \mid s_i \in S\}$;
2. $E_{GH}(\text{no máximo } s_i) = \{s_j \mid s_j \in S \text{ and } s_j \leq s_i\}$;
3. $E_{GH}(\text{menor que } s_i) = \{s_j \mid s_j \in S \text{ and } s_j < s_i\}$;
4. $E_{GH}(\text{pelo menos } s_i) = \{s_j \mid s_j \in S \text{ and } s_j \geq s_i\}$;
5. $E_{GH}(\text{maior que } s_i) = \{s_j \mid s_j \in S \text{ and } s_j > s_i\}$;
6. $E_{GH}(\text{entre } s_i \text{ e } s_j) = \{s_k \mid s_k \in S \text{ and } s_i \leq s_k \leq s_j\}$;

- e) Distância entre dois intervalos linguísticos: Sendo H_s^1 e H_s^2 dois HFLTS, com $env(H_s^1) = [S_p, S_q]$ e $env(H_s^2) = [S_{p'}, S_{q'}]$. Então, a distância entre H_s^1 e H_s^2 é obtida através da equação 3 (BEG; RASHID, 2013).

$$d(H_s^1, H_s^2) = |q' - q| + |p' - p| \quad (3)$$

3.5.2 Hesitant Fuzzy-TOPSIS

Proposta por Beg e Rashid (2013), esta técnica procura solucionar problemas que envolvam decisão em grupo em um contexto em que haja incerteza e hesitação, segue os passos que a compõe:

- a) Dado que $\tilde{X}^l = [H_{Sij}^l]_{m \times n}$ seja uma matriz *fuzzy* e que $E = \{e_1, e_2, \dots, e_k\}$ corresponda ao grupo de especialistas responsável pelas tomadas de decisão; onde $A = \{A_1, A_2, \dots, A_m\}$ corresponde ao conjunto das alternativas à serem avaliadas e $C = \{C_1, C_2, \dots, C_n\}$ é o conjunto dos critérios relacionados na avaliação das alternativas. Temos que a denotação x_{ij} corresponde ao desempenho da alternativa A_i em relação ao critério C_j (BEG; RASHID, 2013);
- b) A matriz agregada $X = [x_{ij}]$ é calculada ao agregar as opiniões dos especialistas $(\tilde{X}^1, \tilde{X}^2, \dots, \tilde{X}^k)$, onde $X_{ij} = [S_{pij}, S_{qij}]$ e baseado nas equações 4 e 5 (BEG; RASHID, 2013);

$$s_{qij} = \max\{(\max H_{Sij}^l), (\min H_{Sij}^l)\} \quad (4)$$

$$s_{pij} = \min\{(\max H_{Sij}^l), (\min H_{Sij}^l)\} \quad (5)$$

- c) Sendo que Ω_b corresponde a uma coleção de critérios de benefício (quanto maior o desempenho em C_j , maior será a pontuação final) e que Ω_c corresponda a uma coleção de critérios de custo (quanto menor o desempenho em C_j , maior será a pontuação final). A PIS do HFLTS é denotada por $\tilde{A}^+ = (\tilde{v}_1^+, \tilde{v}_2^+, \dots, \tilde{v}_n^+)$, e a NIS é representada por $\tilde{A}^- = (\tilde{v}_1^-, \tilde{v}_2^-, \dots, \tilde{v}_n^-)$. A equação 7 corresponde ao cálculo da composição da PIS e a equação 6 ao cálculo da NIS para os critérios de benefício e de custo. Para as equações 6 e 7 tem-se que: $\tilde{V}_j^+ = [v_{pj}, v_{qj}]$, ($i = 1, 2, \dots, m$) e ($j = 1, 2, \dots, n$) (BEG; RASHID, 2013);

$$\tilde{A}^- = \left[\left(\left(\min_{l=1}^k (H_{Sij}^l) \right) \mid j \in \Omega_b, \quad \left(\max_{l=1}^k (H_{Sij}^l) \right) \mid j \in \Omega_c \right) \right],$$

$$\left(\left(\min_{l=1}^k (H_{Sij}^l) \right) \mid j \in \Omega_b, \quad \left(\max_{l=1}^k (H_{Sij}^l) \right) \mid j \in \Omega_c \right) \quad (6)$$

$$\tilde{A}^+ = \left[\left(\left(\max_{l=1}^k (H_{Sij}^l) \right) \mid j \in \Omega_b, \quad \left(\min_{l=1}^k (H_{Sij}^l) \right) \mid j \in \Omega_c \right) \right],$$

$$\left(\left(\max_{l=1}^k (H_{Sij}^l) \right) \mid j \in \Omega_b, \quad \left(\min_{l=1}^k (H_{Sij}^l) \right) \mid j \in \Omega_c \right) \quad (7)$$

- d) Construir a matriz de separação ideal positiva (D^+) e a matriz de separação ideal negativa (D^-), conforme as matrizes 8 e 9 (BEG; RASHID, 2013), com base na equação 3;

$$D^+ = \begin{pmatrix} d(x_{11}, \tilde{V}_1^+) + d(x_{12}, \tilde{V}_2^+) + \dots + d(x_{1n}, \tilde{V}_n^+) \\ d(x_{21}, \tilde{V}_1^+) + d(x_{22}, \tilde{V}_2^+) + \dots + d(x_{2n}, \tilde{V}_n^+) \\ \vdots \\ d(x_{m1}, \tilde{V}_1^+) + d(x_{m2}, \tilde{V}_2^+) + \dots + d(x_{mn}, \tilde{V}_n^+) \end{pmatrix} \quad (8)$$

$$D^- = \begin{pmatrix} d(x_{11}, \tilde{V}_1^-) + d(x_{12}, \tilde{V}_2^-) + \dots + d(x_{1n}, \tilde{V}_n^-) \\ d(x_{21}, \tilde{V}_1^-) + d(x_{22}, \tilde{V}_2^-) + \dots + d(x_{2n}, \tilde{V}_n^-) \\ \vdots \\ d(x_{m1}, \tilde{V}_1^-) + d(x_{m2}, \tilde{V}_2^-) + \dots + d(x_{mn}, \tilde{V}_n^-) \end{pmatrix} \quad (9)$$

- e) Calcular a proximidade relativa referente a cada alternativa para a solução ideal através da equação 10, onde que $D_i^- = \sum_{j=1}^n d(x_{ij}, \tilde{V}_j^-)$ e $D_i^+ = \sum_{j=1}^n d(x_{ij}, \tilde{V}_j^+)$ (BEG; RASHID, 2013);

$$RC(A_i) = \frac{D_i^-}{D_i^+ + D_i^-} \quad (10)$$

- f) Classificar as alternativas A_i ($i = 1, 2, \dots, m$) através do coeficiente de proximidade $RC(A_i)$, portanto, quanto maior o valor de $RC(A_i)$, melhor é o desempenho final da alternativa A_i (BEG; RASHID, 2013).

A técnica *Hesitant Fuzzy-TOPSIS* foi escolhida por não apresentar restrição quanto à quantidade de variáveis de entrada, por ser oferecer suporte à decisão em grupo, e que exista hesitação perante a escolha dos termos linguísticas atribuídos aos pesos dos critérios e às alternativas. Contudo, esta técnica não contempla atribuição de pesos para os critérios, procedimento que pode ser considerado como recorrente em problemas de segmentação de fornecedores. Portanto, optou-se em adaptar o *Hesitant Fuzzy-TOPSIS* (BEG; RASHID, 2013) de modo a permitir a atribuição dos pesos dos critérios. Essa adaptação foi realizada no trabalho de Magalhães (2019), nela a avaliação e o cálculo dos pesos dos critérios ocorrem anteriormente à avaliação das alternativas. Para isso, utilizou-se o mesmo algoritmo proposto por Beg e Rashid

(2013) para a avaliação das alternativas. Porém, como nessa abordagem cada linha da matriz de decisão representa um critério e cada coluna indica um decisor, formando apenas uma matriz de decisão, não foi necessário realizar a etapa de agregação de matrizes através das equações 4 e 5. Contudo, para determinar os pesos dos critérios, foram necessários alguns ajustes, dos quais seguem os seguintes passos (MAGALHÃES, 2019):

- a) Matriz de decisão: montar uma matriz de decisão *fuzzy* $\tilde{X} = [H_{s_{jl}}]_{m \times k}$ composta por m linhas e k colunas; onde $C = \{C_1, C_2, \dots, C_m\}$ corresponde ao conjunto de critérios que serão avaliados e posicionados nas linhas da matriz; e o conjunto de especialistas responsável pelo processo decisório $E = \{e_1, e_2, \dots, e_k\}$ será posicionado nas colunas. O nível de importância do critério C_j atribuído por um especialista e_l é chamado de x_{jl} ; as soluções ideais negativa e positiva são extraídas da matriz \tilde{X} conforme as equações 6 e 7. Para calcular o peso dos critérios segue-se a mesma sequência apresentada nos passos (d), (e) e (f). Ao final do passo (f) são obtidos os coeficientes de proximidade relativa das alternativas, representados por $CC(C_j)$. Esses devem ser normalizados por meio da equação 11 para atender a condição de que o somatório dos pesos dos critérios seja igual a 1 (HWANG; YOON, 1981);

$$CN(C_j) = \frac{CC(C_j)}{\sum CC(C_j)} \quad C_j = (1, 2, \dots, m) \quad (11)$$

- b) Ponderação das pontuações das alternativas: Os valores normalizados (CN_i) dos pesos dos critérios serão utilizados para ponderar a pontuação de cada alternativa durante o cálculo das distâncias (ONAR; OZTAYSI; KAHRAMAN, 2014), ou seja, não há a necessidade da execução das equações 3, 8 e 9 proposta por Beg e Rashid (2013). Essas serão substituídas pelas equações 12, 13 e 14, onde h_j^* e h_j^- representam elementos das soluções ideais negativa e positiva. A equação 14 calcula a distância entre dois conjuntos *hesitant fuzzy*, considerando cada um dos termos linguísticos $h_{\sigma(j)}$

que compõem tais conjuntos, sendo que l indica o número de elementos presentes no conjunto com maior quantidade de termos.

$$D_i^+ = \sum_{j=1}^n ||h_{ij} - h_j^*|| \quad (12)$$

$$D_i^- = \sum_{j=1}^n ||h_{ij} - h_j^-|| \quad (13)$$

$$||h_{ij} - h_j^-|| = \frac{1}{l} \sum_{j=1}^l |h_{1\sigma(j)} - h_{2\sigma(j)}| \quad (14)$$

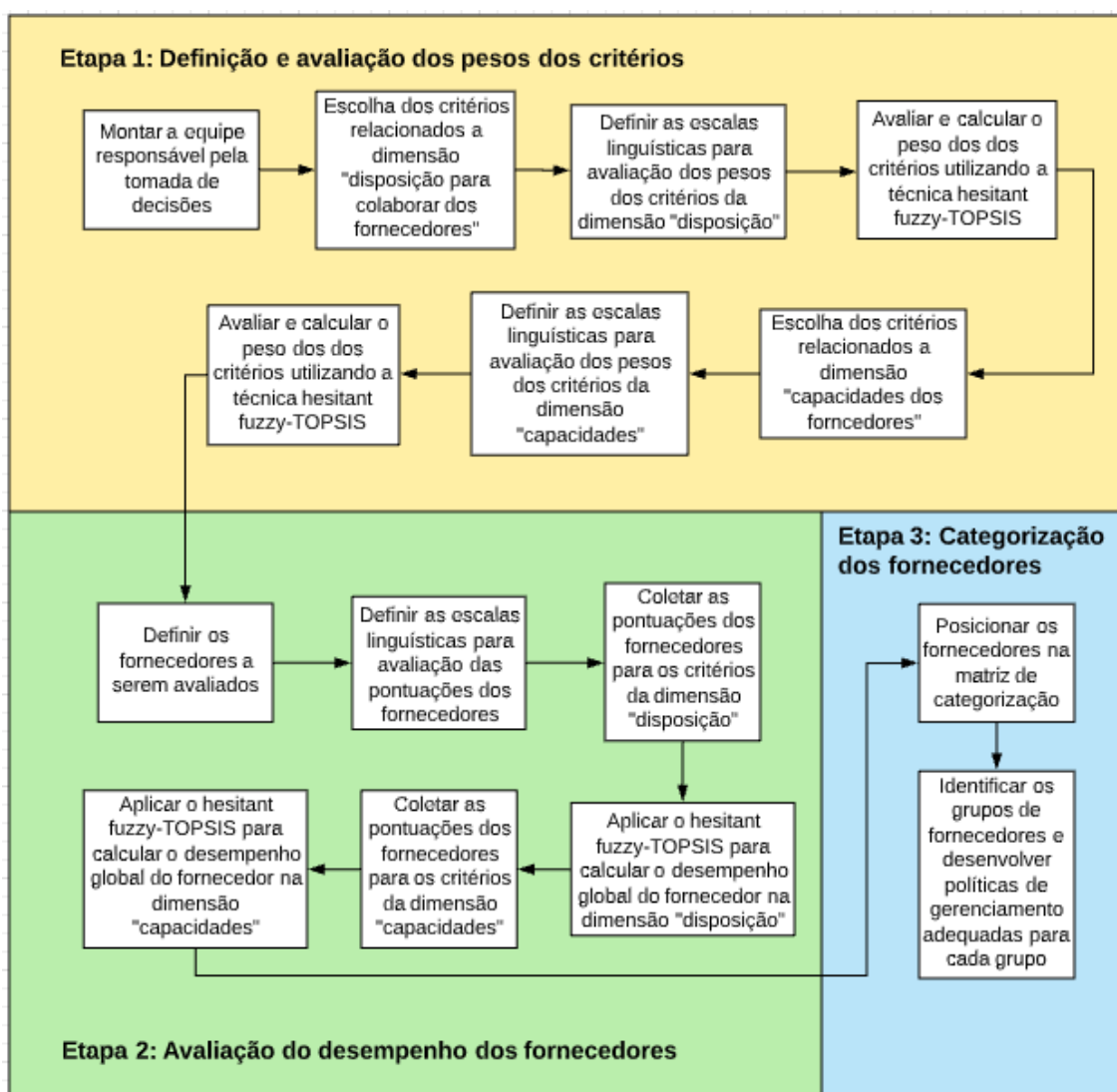
O modelo proposto no capítulo 4 se utiliza dessa adaptação da técnica *Hesitant Fuzzy-TOPSIS*. As etapas do modelo serão descritas no próximo capítulo, bem com os passos que envolvem a aplicação da técnica em questão.

4 MODELO PROPOSTO

O presente modelo foi elaborado por meio da combinação entre a abordagem para segmentação de fornecedores proposta por Rezaei e Ortt (2012), e a técnica *Hesitant Fuzzy-TOPSIS* proposta por Beg e Rashid (2013). Escolheu-se essa abordagem de segmentação por conta da sua fácil adaptabilidade em relacionar os critérios de sustentabilidade com as dimensões de segmentação. Vale a pena ressaltar que esta abordagem de segmentação é bastante usada em aplicações que visem à elaboração de programas de desenvolvimento de fornecedores (REZAEI; ORTT, 2013; SANTOS; OSIRO; LIMA, 2017; BOUJELBEN, 2017; BAI; REZAEI; SARKIS, 2017), pois através dela os fornecedores são agrupados de acordo com o seu desempenho perante os critérios avaliados, diferentemente de outras abordagens, nas quais agrupam os fornecedores conforme o item que eles fornecem (PARK et al., 2010; MEDEIROS; FERREIRA, 2018). Outro quesito que justifica a escolha desta abordagem de segmentação, dá-se ao fato de que as suas dimensões serem amplamente utilizadas em pesquisas que envolvam segmentação de fornecedores (ver seção 3.4), criando assim oportunidades para o desenvolvimento de estudos comparativos sobre os modelos que apresentam esta abordagem de segmentação.

O modelo proposto por este estudo possui três etapas. A etapa 1 consiste em definir e avaliar os pesos dos critérios nos quais os fornecedores serão julgados; já na etapa 2 é feita a avaliação dos fornecedores; por fim, na etapa 3, é feita a categorização dos fornecedores. A seguir, na Figura 17, são detalhados os passos de cada etapa do modelo.

Figura 17 – Modelo proposto para segmentação de fornecedores



Fonte: Proposto pelo autor.

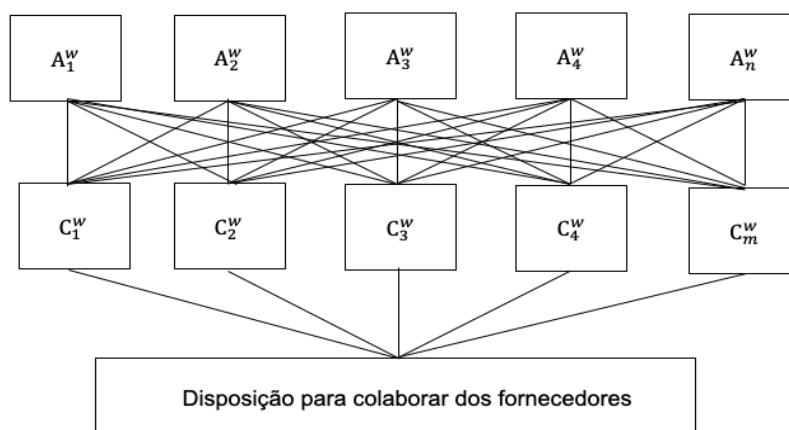
A etapa 1 consiste na definição e avaliação dos pesos dos critérios. Esta etapa inicia-se com a montagem da equipe responsável pela tomada de decisão. Sugere-se escolher os profissionais que estão envolvidos com o processo de compras da empresa, bem como outras áreas envolvidas com a gestão de suprimentos. Uma vez montada a equipe, esta deverá escolher os critérios do TBL (ver Quadro 1) associados à avaliação do desempenho dos fornecedores da dimensão "disposição para colaborar dos fornecedores" e em seguida definir uma escala linguística para avaliar o peso dos critérios desta dimensão. As escalas linguísticas devem ser baseadas no *hesitant fuzzy linguistic term sets* (HFLTS). Essas escalas servirão de base pelos decisores no julgamento dos pesos dos critérios e das pontuações dos fornecedores.

Na sequência é feita a avaliação e o cálculo do peso dos critérios por meio da aplicação da técnica *Hesitant Fuzzy-TOPSIS*. A equipe deverá escolher os critérios para a dimensão “capacidades dos fornecedores” (ver Quadro 1) associados à avaliação do desempenho dos fornecedores desta dimensão. Uma vez realizada a escolha dos critérios, avaliam-se seus pesos com base na escala linguística definida anteriormente. Para isso os critérios escolhidos são posicionados nas linhas da matriz, já para as colunas da matriz são posicionados os julgamentos de um decisor em relação aos critérios avaliados. Em seguida, determinam-se as soluções ideais positiva e negativa (PIS e NIS), obtidas através das equações 6 e 7. Posteriormente, calcula-se a distância da pontuação de cada alternativa em relação ao valor da PIS e da NIS por meio da equação 3, seguido pela disposição dos resultados conforme as equações 8 e 9, e a aplicação da equação 10 para obter os coeficientes de proximidades relativas (CC_i) das alternativas em relação a PIS e em relação a NIS. Por último, normatizam-se os valores de CC_i através da equação 11, que resultam nos valores representados por CN_i . Estes mesmos procedimentos descritos neste parágrafo devem ser adotados para a dimensão “disposição para colaborar dos fornecedores”.

Na etapa 2 é realizada a avaliação de desempenho dos fornecedores, que começa a partir da definição dos fornecedores a serem avaliados pela equipe de tomadores de decisão. Posteriormente, definem-se as escalas linguísticas para a avaliação das pontuações dos fornecedores seguindo o HFLTS, coletam-se as pontuações dos mesmos para os critérios da dimensão “disposição para colaborar dos fornecedores” e aplicam-se as equações de Beg e Rashid (2013) para calcular o desempenho global dos fornecedores nesta dimensão. A aplicação das equações de Beg e Rashid (2013) seguem a seguinte sequência: agregar as pontuações dos fornecedores aplicando as equações 4 e 5; calcular as soluções ideais positiva (PIS) e negativa (NIS) através das equações 6 e 7; obter a distância entre as pontuações dos fornecedores e as soluções ideais aplicando as equações 12, 13 e 14, ponderando tais pontuações com base nos valores obtidos ao final da etapa 1. Por fim, deve-se calcular a proximidade relativa (*Relative Closeness*, RC) referente às pontuações dos fornecedores em relação a PIS e em relação a NIS utilizando a equação 10.

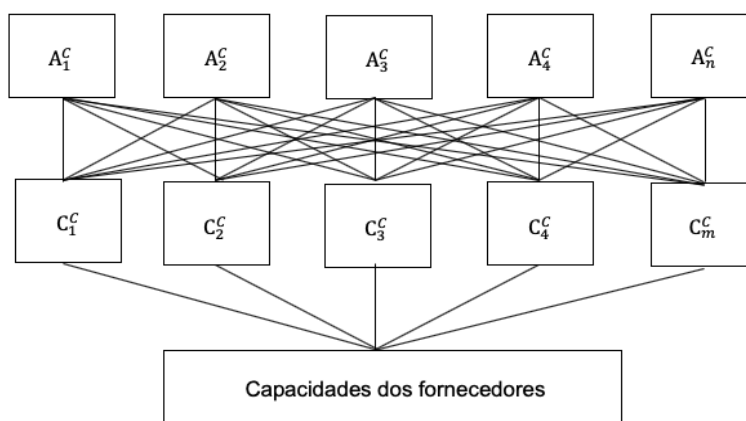
Esses mesmos procedimentos descritos no parágrafo anterior devem ser adotados para calcular o desempenho dos fornecedores na dimensão “capacidades dos fornecedores”. Nas Figuras 18 e 19 é demonstrado como se relacionam as pontuações dos fornecedores com os critérios e como estes critérios se relacionam com as dimensões de segmentação. Para as pontuações dos fornecedores e os critérios pertencentes à dimensão “disposição para colaborar”, é sobrescrita a letra *w* (*willingness*) nas notações para indicar a dimensão em questão, já para a dimensão “capacidades” utiliza-se a letra *c* (*capabilities*) sobrescrita para fazer tal identificação. Para indicar o número total de possibilidades, a letra *m* subscrita indica o número total de critérios, já a letra *n* subscrita corresponde ao número total de alternativas.

Figura 18 - Relacionamento dos critérios, pontuações das alternativas e a dimensão “disposição dos fornecedores para colaborar”



Fonte: Proposto pelo autor, baseado em Rezaei e Ortt (2012).

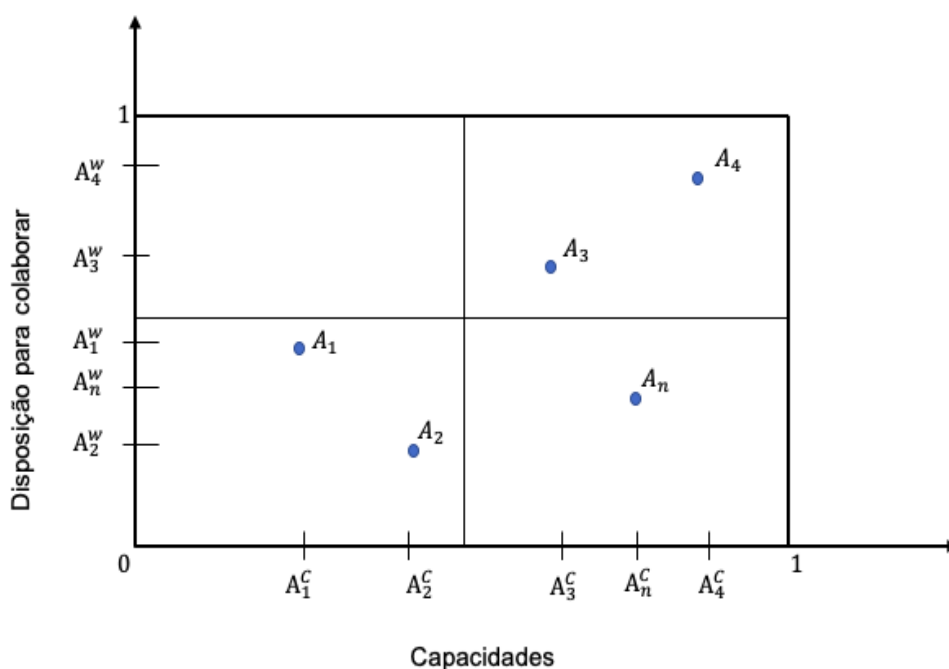
Figura 19 - Relacionamento dos critérios, pontuações das alternativas e a dimensão “capacidades dos fornecedores”



Fonte: Proposto pelo autor, baseado em Rezaei e Ortt (2012).

Por último, a etapa 3 consiste na categorização dos fornecedores. A partir dos dados de desempenho global de cada fornecedor para cada dimensão de segmentação obtidos ao final da etapa 2, posicionam-se os fornecedores na matriz de categorização. Com base nos relacionamentos demonstrados na Figura 18 e na Figura 19, é possível montar a matriz de segmentação de fornecedores como mostra o exemplo da Figura 20.

Figura 20 – Exemplo de matriz de segmentação



Fonte: Proposto pelo autor, baseado em Rezaei e Ortt (2012).

Uma vez montada a matriz de segmentação, torna-se possível identificar o grupo a que os fornecedores pertencem de acordo com o quadrante no qual estão posicionados. Este posicionamento dos fornecedores na matriz é importante, pois é a partir dele que poderão ser elaborados programas de desenvolvimento de fornecedores. Para cada quadrante uma estratégia deverá ser formulada visando o deslocamento na matriz. Para que o desenvolvimento dos fornecedores ocorra, as estratégias formuladas deverão proporcionar o deslocamento dos fornecedores para o quadrante localizado na parte superior e à direita da matriz. No próximo capítulo foi conduzida uma aplicação real do modelo proposto com o intuito de facilitar o entendimento de sua aplicação.

5 APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

Este capítulo é composto pela aplicação ilustrativa do modelo com base nos dados coletados de especialistas de uma usina hidrelétrica situada em território nacional. O objetivo dessa aplicação consiste na verificação da efetividade do modelo proposto em uma situação de segmentação de fornecedores sustentáveis.

5.1 Apresentação da Empresa

A Usina Hidrelétrica de Igarapava, localizada no Rio Grande no estado de São Paulo, é gerida pelo Consórcio UHE Igarapava. A usina possui uma capacidade instalada de 210MW formada por 5 unidades geradoras do tipo Bulbo. O seu reservatório possui uma extensão de 36,5km² e abrange os municípios de Igarapava/SP, Rifaina/SP, Conquista/MG e Sacramento/MG.

Após um primeiro contato, verificou-se a disponibilidade da aplicação do modelo e uma videoconferência foi agendada para explicar os procedimentos de aplicação. Na videoconferência realizado no dia 29/10/2020 foi apresentado o formulário contido no **Apêndice A**.

5.2 Etapas de Aplicação do Modelo Proposto

5.2.1 Etapa 1: Definição e avaliação dos pesos dos critérios

A Etapa 1 iniciou com a montagem da equipe responsável pelos procedimentos de compras da hidrelétrica. Um dos requisitos era que essa equipe fosse formada por ao menos dois especialistas e que estes estivessem envolvidos diretamente com o procedimento de compras. Por conta da característica do modelo em permitir a decisão em grupo, estabeleceu-se este requisito visando analisar o comportamento do modelo em tal condição. Tal requisito foi atendido e uma equipe contendo 2 especialistas foi montada, sendo composta por um coordenador administrativo/financeiro e um coordenador de operação e manutenção.

Na sequência, a equipe teve a tarefa de escolher os critérios relacionados à dimensão “disposição para colaborar” conforme a tabela contida no formulário do **Apêndice A**, apresentada na videoconferência. Os critérios escolhidos constam no Quadro 5, assinalados com “X”.

Quadro 5 - Lista de critérios da dimensão "disposição para colaborar"

<input checked="" type="checkbox"/> (X)	Esforço para reduzir desperdício de materiais	<input type="checkbox"/> ()	Impressão
<input type="checkbox"/> ()	Disposição para investir em um equipamento específico	<input type="checkbox"/> ()	Padrões éticos
<input type="checkbox"/> ()	Comprometimento em ações <i>green</i>	<input checked="" type="checkbox"/> (X)	Relacionamento de longo prazo
<input type="checkbox"/> ()	Comprometimento com a sustentabilidade	<input type="checkbox"/> ()	Atitude
<input type="checkbox"/> ()	Comprometimento em redução de custos	<input checked="" type="checkbox"/> (X)	Conformidade de procedimentos de <i>compliance</i>
<input type="checkbox"/> ()	Confiança do serviço		
<input checked="" type="checkbox"/> (X)	Habilidade para trabalho em equipe	<input type="checkbox"/> ()	Abertura para visitação da fábrica e avaliação
<input type="checkbox"/> ()	Investimento em responsabilidade social		
<input type="checkbox"/> ()	Comprometimento com a qualidade		
<input type="checkbox"/> ()	Esforço para promover princípios JIT		
<input checked="" type="checkbox"/> (X)	Disposição para compartilhar informações, ideias, tecnologia e economia de custos		
<input checked="" type="checkbox"/> (X)	Honestidade		
<input checked="" type="checkbox"/> (X)	Auditorias de segurança		
<input checked="" type="checkbox"/> (X)	Facilidade de comunicação		

Fonte: Elaborado pelo autor, com base em Rezaei e Ortt (2012); Osiro, Lima-Junior e Carpinetti (2018); e Torrez-Ruiz e Ravindran (2018).

Após a escolha dos critérios, os especialistas atribuíram julgamentos linguísticos para definir os seus pesos seguindo a escala elaborada por Rodríguez, Martínez e Herrera (2012), exposta na Figura 16. No Quadro 6 são apresentados os julgamentos linguísticos atribuídos por cada especialista para a definição dos pesos dos critérios, assim como o resultado da conversão destes julgamentos para o formato de HFLTS.

Quadro 6 - Atribuição de julgamentos linguísticos para os pesos dos critérios da dimensão “disposição para colaborar”.

Critérios escolhidos	Especialista 1		Especialista 2	
	Expressões linguísticas	Conversão	Expressões linguísticas	Conversão
C₁: Esforço para reduzir desperdício de materiais	Entre muito baixo e baixo	[MB, B]	Entre médio e alto	[M, A]
C₂: Habilidade para trabalho em equipe	Entre baixo e médio	[B, M]	Entre médio e alto	[M, A]
C₃: Comprometimento com a qualidade	Entre médio e alto	[M, A]	Entre médio e alto	[M, A]
C₄: Disposição para compartilhar informações, ideias, tecnologia e economia de custos	Entre muito baixo e baixo	[MB, B]	Entre médio e alto	[M, A]
C₅: Relacionamento de longo prazo	Entre baixo e médio	[B, M]	Entre médio e alto	[M, A]
C₆: Honestidade	Entre médio e alto	[M, A]	Entre alto e muito alto	[A, MA]
C₇: Auditoria de segurança	Entre médio e alto	[M, A]	Absoluto	[AB]
C₈: Facilidade de comunicação	Entre muito baixo e baixo	[MB, B]	Entre médio e alto	[M, A]
C₉: Conformidade de procedimentos de compliance	Entre médio e alto	[M, A]	Absoluto	[AB]

Fonte: Proposto pelo autor, baseado nos resultados de pesquisa.

Uma vez realizada a avaliação linguística dos pesos dos critérios, inicia-se a sequência de cálculo com base nas equações mostradas nas subseções 3.5.1 e 3.5.2. Utilizando do *software* Microsoft Excel[®], foi desenvolvido um modelo computacional que tem como base as equações apresentadas naquelas subseções. Os valores dos envoltórios dos conjuntos HFLTS referentes aos julgamentos linguísticos individuais de cada especialista são apresentados na Tabela 2. Nesta tabela, os valores são representados por s_p e s_q , onde: “ p ” é o limite inferior do envoltório e “ q ” é o limite superior do envoltório, os quais podem variar de 0 a 6.

Tabela 2 - Valores agregados dos julgamentos dos pesos dos critérios da dimensão “disposição para colaborar”

Critério	s_p	s_q
C₁	2	3
C₂	3	3
C₃	3	4
C₄	2	3

C₅	3	3
C₆	4	4
C₇	4	6
C₈	2	3
C₉	4	6

Fonte: Proposto pelo autor, baseado nos resultados de pesquisa.

A solução ideal negativa (NIS), obtida através da aplicação da equação 6, equivale a $\tilde{A}^- = [1, 2]$. Já a solução ideal positiva (PIS) que foi definida pela equação 7 retornou o resultado $\tilde{A}^+ = [6, 6]$. As distâncias entre a pontuação de cada alternativa em relação a cada valor da NIS e da PIS foram obtidas por meio da aplicação das equações 8 e 9, resultando na matriz de separação ideal negativa (D^-) e na matriz de separação ideal positiva (D^+), ilustradas respectivamente nas Tabelas 3 e 4.

Tabela 3 - Matriz de separação ideal negativa da dimensão “disposição para colaborar”

Critério	Separação ideal negativa		Soma (D^-)
C₁	3	4	7
C₂	3	3	6
C₃	2	3	5
C₄	3	4	7
C₅	3	3	6
C₆	2	2	4
C₇	0	2	2
C₈	3	4	7
C₉	0	2	2

Fonte: Proposto pelo autor, baseado nos resultados de pesquisa.

Tabela 4 - Matriz de separação ideal positiva da dimensão “disposição para colaborar”

Critério	Separação ideal positiva		Soma (D^+)
C₁	2	2	9
C₂	1	1	7
C₃	0	0	5
C₄	2	2	9
C₅	1	1	7
C₆	0	0	3
C₇	0	0	0
C₈	2	2	9
C₉	0	0	0

Fonte: Proposto pelo autor, baseado nos resultados de pesquisa.

Dando continuidade ao trabalho, foram calculados os coeficientes das proximidades relativas (CC_i) com base na equação 10. A partir destes resultados foi feita a normalização dos pesos dos critérios com objetivo de garantir que a soma dos pesos fosse igual a 1. Para isso aplicou-se a equação 11 e os resultados obtidos constam na Tabela 5.

Tabela 5 - Pesos dos critérios normalizados da dimensão “disposição para colaborar”

Critério	CCi	CCi normalizado
C₁	0,222	0,057
C₂	0,333	0,086
C₃	0,444	0,114
C₄	0,222	0,057
C₅	0,333	0,086
C₆	0,556	0,143
C₇	0,778	0,200
C₈	0,222	0,057
C₉	0,778	0,200

Fonte: Proposto pelo autor, baseado nos resultados de pesquisa.

Continuando com os procedimentos estabelecidos pelo modelo, a equipe de decisores selecionou os critérios da dimensão “capacidades dos fornecedores”, No Quadro 7 constam os critérios selecionados, marcados com “X”.

Quadro 7 - Lista de critérios da dimensão "capacidades"

<input type="checkbox"/> Emissão de carbono	<input type="checkbox"/> Resposta à mudança de pedido
<input type="checkbox"/> Emissões atmosféricas	<input type="checkbox"/> Competências únicas
<input checked="" type="checkbox"/> Certificações ambientais	<input checked="" type="checkbox"/> Conhecimento técnico
<input type="checkbox"/> Consumo de energia não renovável	<input checked="" type="checkbox"/> Produtividade e eficiência
<input type="checkbox"/> Consumo de água	<input checked="" type="checkbox"/> Qualidade
<input type="checkbox"/> Eficiência energética	<input type="checkbox"/> Suporte a projetos comunitários
<input checked="" type="checkbox"/> Descarte adequado de resíduos	<input checked="" type="checkbox"/> Tempo médio de treinamento por empregado
<input type="checkbox"/> Reciclagem de resíduos	<input type="checkbox"/> Filantropia
<input type="checkbox"/> Reutilização de materiais	<input checked="" type="checkbox"/> Programas de saúde para os funcionários
<input type="checkbox"/> Uso de materiais ambientalmente sustentáveis	<input type="checkbox"/> Política de reembolso
<input type="checkbox"/> Consumo de energia renovável	<input type="checkbox"/> Relações governamentais
<input type="checkbox"/> Uso de substâncias controladas	<input checked="" type="checkbox"/> Trabalho infantil

<input checked="" type="checkbox"/> Descarte de materiais perigosos	<input type="checkbox"/>	Incentivo a práticas de voluntariado
<input type="checkbox"/> Utilização de tecnologias limpas	<input checked="" type="checkbox"/>	Condições de trabalho
<input type="checkbox"/> Capacidade de lidar com devoluções	<input checked="" type="checkbox"/>	Treinamentos de segurança
<input checked="" type="checkbox"/> Entrega sem atrasos	<input type="checkbox"/>	Relação com os investidores
<input checked="" type="checkbox"/> Capacidade técnica	<input type="checkbox"/>	Investimento em capital humano
<input type="checkbox"/> Posição estratégica no mercado	<input checked="" type="checkbox"/>	Número de acidentes
<input checked="" type="checkbox"/> Velocidade na resolução de problemas	<input checked="" type="checkbox"/>	Satisfação dos funcionários
<input type="checkbox"/> Ferramentas de medição e técnicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Reputação da empresa
<input type="checkbox"/> Programas de redução de inventário	<input checked="" type="checkbox"/>	Situação financeira
<input checked="" type="checkbox"/> Estrutura técnica	<input type="checkbox"/>	Custo total em treinamento

Fonte: Elaborado pelo autor, baseado em Rezaei e Ortt (2012); Osiro, Lima-Junior e Carpinetti (2018); e Torrez-Ruiz e Ravindran (2018).

O mesmo procedimento de atribuição de expressões e termos linguísticos para os pesos dos critérios foi realizado. No Quadro 8 são apresentadas essas atribuições.

Quadro 8 - Atribuição de julgamentos linguísticos para os critérios da dimensão “capacidades dos fornecedores”

Critérios escolhidos	Especialista 1		Especialista 2	
	Expressões linguísticas	Conversão	Expressões linguísticas	Conversão
C1: Certificações ambientais	Entre alto e muito alto	[A, MA]	Entre médio e alto	[M, A]
C2: Descarte adequado de resíduos	Entre médio e alto	[M, A]	Entre médio e alto	[M, A]
C3: Descarte de materiais perigosos	Entre médio e alto	[M, A]	Entre médio e alto	[M, A]
C4: Entrega sem atrasos	Entre médio e alto	[M, A]	Entre alto e muito alto	[A, MA]
C5: Capacidade técnica	Entre alto e muito alto	[A, MA]	Entre alto e muito alto	[A, MA]
C6: Velocidade na resolução de problemas	Entre médio e alto	[M, A]	Entre alto e muito alto	[A, MA]
C7: Conhecimento técnico	Absoluto	[AB]	Entre alto e muito alto	[A, MA]
C8: Produtividade e eficiência	Entre médio e alto	[M, A]	Entre alto e muito alto	[A, MA]
C9: Qualidade	Entre médio e alto	[M, A]	Entre alto e muito alto	[A, MA]
C10: Tempo médio de treinamento por empregado	Entre muito baixo e baixo	[MB, B]	Entre baixo e médio	[B, M]
C11: Programas de saúde para os funcionários	Entre baixo e médio	[B, M]	Entre médio e alto	[M, A]

Critérios escolhidos	Especialista 1		Especialista 2	
	Expressões linguísticas	Conversão	Expressões linguísticas	Conversão
C₁₂: Trabalho infantil	Entre médio e alto	[M, A]	Entre muito baixo e baixo	[MB, B]
C₁₃: Condições de trabalho	Entre médio e alto	[M, A]	Entre médio e alto	[M, A]
C₁₄: Treinamento de segurança	Entre alto e muito alto	[A, MA]	Absoluto	[AB]
C₁₅: Número de acidentes	Absoluto	[AB]	Entre alto e muito alto	[A, MA]
C₁₆: Satisfação dos funcionários	Entre médio e alto	[M, A]	Entre médio e alto	[M, A]
C₁₇: Reputação da empresa	Entre alto e muito alto	[A, MA]	Entre médio e alto	[M, A]
C₁₈: Estrutura técnica	Entre médio e alto	[M, A]	Entre médio e alto	[M, A]
C₁₉: Situação financeira	Entre médio e alto	[M, A]	Entre baixo e médio	[B, M]

Fonte: Elaborado pelo autor, baseado nos resultados de pesquisa.

A mesma sequência de cálculos aplicada anteriormente (equações 6, 7, 8, 9, 10 e 11), foi replicada para os julgamentos linguísticos apresentados na Quadro 8. Ao aplicar a sequência de cálculos são obtidos os valores de C_{Ci} e C_{Ci} normalizado para os pesos dos critérios da dimensão “capacidades”. Esses valores são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 - Pesos dos critérios normalizados da dimensão “capacidades”

Critério	C _{Ci}	C _{Ci} normalizado
C ₁	0,556	0,056
C ₂	0,444	0,045
C ₃	0,444	0,045
C ₄	0,556	0,056
C ₅	0,667	0,067
C ₆	0,556	0,056
C ₇	0,889	0,090
C ₈	0,556	0,056
C ₉	0,556	0,056
C ₁₀	0,111	0,011
C ₁₁	0,333	0,034
C ₁₂	0,222	0,022
C ₁₃	0,444	0,045
C ₁₄	0,889	0,090
C ₁₅	0,889	0,090
C ₁₆	0,444	0,045
C ₁₇	0,556	0,056
C ₁₈	0,444	0,045
C ₁₉	0,333	0,034

Fonte: Elaborado pelo autor, baseado nos resultados de pesquisa.

Quanto ao grau de importância atribuído pelos especialistas aos critérios, pode-se constatar por meio da Tabela 5 que para a dimensão “disposição para colaborar”, os critérios que possuem um maior peso são os critérios C₇ (auditoria de segurança) e C₉ (conformidade de procedimentos de *compliance*). Mostrando que para estes especialistas os critérios sociais possuem grande peso para esta dimensão de segmentação. Já para a dimensão “capacidades”, os critérios que possuem maior peso são: C₇ (conhecimento técnico), C₁₄ (treinamento de segurança) e C₁₅ (número de acidentes). Destes critérios tem-se um critério econômico e dois critérios sociais respectivamente.

No único estudo prévio que apresenta um modelo de decisão para segmentação de fornecedores sustentáveis, proposto por Torres-Ruiz e Ravindran (2018), foi identificado que os critérios tidos como os mais importantes são “qualidade”, “uso de recursos” e “entrega”. Embora esses resultados sejam distintos daqueles encontrados nesse estudo, ao menos dois dentre os critérios prioritários encontrados por Torres-Ruiz e Ravindran (2018) podem ser classificados como critérios econômicos. A importância desses critérios pode estar relacionada ao fato de que o estudo em questão foi aplicado em uma empresa fabricante de bens de consumo. Certos setores da economia podem dar uma maior ênfase para determinadas categorias de critérios. Essa relação entre o setor da economia em que a empresa se encontra e a importância atribuída para os critérios na segmentação de fornecedores sustentáveis, pode ser alvo de uma investigação futura mais profunda.

5.2.2 Etapa 2: Avaliação do desempenho dos fornecedores

Esta etapa se inicia com a definição dos fornecedores a serem avaliados pela equipe de tomada de decisão. Da sua base de fornecimento, a equipe selecionou seis fornecedores para serem avaliados. Visando manter o sigilo a respeito de suas identidades, os fornecedores foram nomeados de F1 à F6.

A avaliação seguiu a escala linguística empregada na etapa anterior, escala apresentada na Figura 16. Inicialmente, os especialistas atribuíram julgamentos linguísticos para o desempenho dos fornecedores perante os critérios pertencentes à dimensão “disposição para colaborar”. No Quadro 9 e no

Quadro 10 é possível visualizar tais atribuições de julgamento e os resultados da conversão destes para o formato de HFLTS.

Quadro 9 - (Especialista 1) Atribuição de julgamentos linguísticos para os fornecedores quanto aos critérios da dimensão "disposição para colaborar"

Critérios	F1		F2		F3		F4		F5		F6	
	Expressão linguística	Conversão	Expressão linguística	Conversão	Expressão linguística	Conversão	Expressão linguística	Conversão	Expressão linguística	Conversão	Expressão linguística	Conversão
C ₁	Entre médio e alto	[M, A]	Alto	[A]	Entre médio e alto	[M, A]	Entre médio e alto	[M, A]	Entre médio e alto	[M, A]	Entre baixo e médio	[B, M]
C ₂	Entre médio e alto	[M, A]	Alto	[A]	Entre médio e alto	[M, A]	Entre médio e alto	[M, A]	Entre médio e alto	[M, A]	Entre médio e alto	[M, A]
C ₃	Entre médio e alto	[M, A]	Entre alto e muito alto	[A, MA]	Entre médio e alto	[M, A]	Entre médio e alto	[M, A]	Entre médio e alto	[M, A]	Entre baixo e médio	[B, M]
C ₄	Baixo	[B]	Entre baixo e médio	[B, M]	Entre muito baixo e baixo	[MB, B]	Entre baixo e médio	[B, M]	Entre baixo e médio	[B, M]	Entre muito baixo e baixo	[MB, B]
C ₅	Entre baixo e médio	[B, M]	Entre alto e muito alto	[A, MA]	Entre médio e alto	[M, A]	Entre médio e alto	[M, A]	Entre médio e alto	[A, MA]	Entre médio e alto	[M, A]
C ₆	Entre baixo e médio	[B, M]	Entre alto e muito alto	[A, MA]	Entre baixo e médio	[B, M]	Entre médio e alto	[M, A]	Entre médio e alto	[M, A]	Entre médio e alto	[M, A]
C ₇	Médio	[M]	Entre alto e muito alto	[A, MA]	Entre médio e alto	[M, A]	Entre médio e alto	[M, A]	Entre médio e alto	[M, A]	Entre médio e alto	[M, A]
C ₈	Entre baixo e médio	[B, M]	Entre médio e alto	[M, A]	Entre médio e alto	[M, A]	Entre médio e alto	[M, A]	Entre médio e alto	[M, A]	Entre baixo e médio	[B, M]
C ₉	Entre médio e alto	[M, A]	Entre médio e alto	[M, A]	Entre médio e alto	[M, A]	Entre médio e alto	[M, A]	Entre médio e alto	[M, A]	Entre médio e alto	[M, A]

Fonte: Proposto pelo autor, baseado nos resultados de pesquisa.

Quadro 10 - (Especialista 2) Atribuição de julgamentos linguísticos para os fornecedores quanto aos critérios da dimensão "disposição para colaborar"

Critérios	F1		F2		F3		F4		F5		F6	
	Expressão linguística	Conversão	Expressão linguística	Conversão	Expressão linguística	Conversão	Expressão linguística	Conversão	Expressão linguística	Conversão	Expressão linguística	Conversão
C ₁	Baixo	[B]	Entre alto e muito alto	[A, MA]	Baixo	[B]	Entre baixo e alto	[B, M, A]	Entre médio e alto	[M, A]	Entre médio e alto	[M, A]
C ₂	Entre baixo e médio	[B, M]	Entre alto e muito alto	[A, MA]	Médio	[M]	Entre médio e alto	[M, A]	Entre alto e muito alto	[A, MA]	Entre médio e alto	[M, A]
C ₃	Baixo	[B]	Entre alto e muito alto	[A, MA]	Entre baixo e médio	[B, M]	Entre médio e alto	[M, A]	Entre médio e alto	[M, A]	Entre médio e alto	[M, A]
C ₄	Entre médio e alto	[M, A]	Entre médio e alto	[M, A]	Baixo	[B]	Entre médio e alto	[M, A]	Entre médio e alto	[M, A]	Entre alto e muito alto	[A, MA]
C ₅	Entre baixo e médio	[B, M]	Absoluto	[AB]	Entre baixo e médio	[B, M]	Entre alto e muito alto	[A, MA]	Entre alto e muito alto	[A, MA]	Absoluto	[AB]
C ₆	Alto	[A]	Absoluto	[AB]	Entre alto e muito alto	[A, MA]	Entre alto e muito alto	[A, MA]	Absoluto	[AB]	Absoluto	[AB]
C ₇	Absoluto	[AB]	Absoluto	[AB]	Entre alto e muito alto	[A, MA]	Entre médio e alto	[M, A]	Entre médio e alto	[M, A]	Absoluto	[AB]
C ₈	Entre baixo e médio	[B, M]	Absoluto	[AB]	Entre baixo e médio	[B, M]	Entre alto e muito alto	[A, MA]	Entre alto e muito alto	[A, MA]	Entre baixo e médio	[B, M]
C ₉	Absoluto	[AB]	Absoluto	[AB]	Absoluto	[AB]	Absoluto	[AB]	Absoluto	[AB]	Absoluto	[AB]

Fonte: Proposto pelo autor, baseado nos resultados de pesquisa.

A partir dos dados coletados nos Quadros 9 e 10, monta-se uma tabela na forma de envoltórios HFLTS contendo os valores dos julgamentos, os valores são representados por s_p e s_q . No qual “ p ” indica o limite inferior do envoltório e “ q ” o limite superior do envoltório, estes podendo variar na numeração de 0 a 6 de acordo com o número dos termos da escala linguística. Na Tabela 7 são apresentados os valores das avaliações. Esses julgamentos foram agregados seguindo as equações 4 e 5.

Tabela 7 - Valores agregados das avaliações para a dimensão “disposição para colaborar”

Critérios	Envoltórios	Fornecedor					
		F1	F2	F3	F4	F5	F6
C₁	s_p	2	4	2	3	3	3
	s_q	3	4	3	4	4	3
C₂	s_p	3	4	3	3	4	3
	s_q	3	4	3	4	4	4
C₃	s_p	2	4	3	3	3	3
	s_q	3	5	3	4	4	3
C₄	s_p	2	3	2	3	3	2
	s_q	3	3	2	3	3	4
C₅	s_p	2	5	3	4	4	4
	s_q	3	6	3	4	5	6
C₆	s_p	0	0	0	0	0	0
	s_q	4	6	4	4	6	6
C₇	s_p	0	0	0	0	0	0
	s_q	4	5	4	4	5	4
C₈	s_p	0	0	0	0	0	0
	s_q	4	5	4	4	4	4
C₉	s_p	4	5	4	4	4	4
	s_q	6	6	6	6	6	6

Fonte: Proposto pelo autor, baseado nos resultados de pesquisa.

Na sequência, definem-se a solução ideal positiva (SIP) e a solução ideal negativa (NIS) realizando a aplicação das equações 6 e 7. Os resultados são representados na Tabela 8.

Tabela 8 - Solução ideal positiva e solução ideal negativa para a avaliação dos fornecedores na dimensão 'disposição'

Critério	SIP e SIN	A+	A-
C₁	vp1	4	2
	vq1	5	2
C₂	vp2	4	2
	vq2	5	3
C₃	vp2	4	2
	vq2	5	2
C₄	vp2	4	1
	vq2	5	2
C₅	vp3	6	2
	vq3	6	3
C₆	vp3	6	2
	vq3	6	3
C₇	vp4	6	3
	vq4	6	3
C₈	vp4	6	2
	vq4	6	3
C₉	vp5	6	3
	vq5	6	4

Fonte: Proposto pelo autor, baseado nos resultados de pesquisa.

Dando continuidade, calculam-se o as distâncias entre os valores agregados dos julgamentos dos especialistas mostrados pela Tabela 8, em relação aos valores da PIS e da NIS. Para isso, aplicam-se as equações 12 e 13 demonstradas na subseção 3.5.2. Essas equações permitem as ponderações das pontuações de acordo com os pesos dos critérios calculados ao final da subseção 5.2.1 e representados pelos valores normalizados (CNi). Os resultados dos cálculos das distâncias D^+ consistem nas distâncias das alternativas em relação a PIS e podem ser visualizados na Tabela 9. Já os resultados dos cálculos das distâncias D^- , que representam as distâncias das alternativas em relação a NIS, constam na Tabela 10.

Tabela 9 - Distâncias dos valores das alternativas em relação a PIS

Critério	Fornecedor					
	F1	F2	F3	F4	F5	F6
C₁	0,114	0,029	0,114	0,057	0,057	0,086
C₂	0,129	0,043	0,129	0,086	0,043	0,086
C₃	0,229	0,000	0,171	0,114	0,114	0,171

C₄	0,114	0,086	0,143	0,086	0,086	0,086
C₅	0,300	0,043	0,257	0,171	0,129	0,086
C₆	0,571	0,429	0,571	0,571	0,429	0,429
C₇	0,800	0,700	0,800	0,800	0,700	0,800
C₈	0,229	0,200	0,229	0,229	0,229	0,229
C₉	0,200	0,100	0,200	0,200	0,200	0,200
Soma (D+)	2,686	1,629	2,614	2,314	1,986	2,171

Fonte: Proposto pelo autor, baseado nos resultados de pesquisa.

Tabela 10 - Distâncias dos valores das alternativas em relação a NIS

Critério	Fornecedor					
	F1	F2	F3	F4	F5	F6
C₁	0,029	0,114	0,029	0,086	0,086	0,057
C₂	0,043	0,129	0,043	0,086	0,129	0,086
C₃	0,057	0,286	0,114	0,171	0,171	0,114
C₄	0,057	0,086	0,029	0,086	0,086	0,086
C₅	0,000	0,257	0,043	0,129	0,171	0,214
C₆	0,214	0,357	0,214	0,214	0,357	0,357
C₇	0,400	0,500	0,400	0,400	0,500	0,400
C₈	0,086	0,114	0,086	0,086	0,086	0,086
C₉	0,300	0,400	0,300	0,300	0,300	0,300
Soma (D-)	1,186	2,243	1,257	1,557	1,886	1,700

Fonte: Proposto pelo autor, baseado nos resultados de pesquisa.

O próximo passo consiste no cálculo das proximidades relativas (RC), estas foram calculadas com base na equação 10. Os valores obtidos na Tabela 11 representam a pontuação de cada fornecedores quanto à sua avaliação para os critérios da dimensão “disposição para colaborar”. Quanto maior a pontuação obtida, melhor ranqueado é o fornecedor.

Tabela 11 - Resultado do cálculo de RC

Fornecedor	RC	Ranking RC
F1	0,306	6°
F2	0,579	1°
F3	0,325	5°
F4	0,402	4°
F5	0,487	2°
F6	0,439	3°

Fonte: Proposto pelo autor, baseado nos resultados de pesquisa.

Pode-se perceber por meio da Tabela 11 que as pontuações apresentaram valores pouco distanciados, com o intuito de melhorar a disposição dos valores graficamente e permitir uma melhor visualização dos dados, optou-se em aplicar a equação normalizando sigmoidal, esta equação realiza um espalhamento dos dados, facilitando a visualização. A equação 15 consiste na equação normalizando sigmoidal, onde: v_n é o valor normalizado, v é o valor original, \bar{v} corresponde à média e σ_v representa o desvio padrão referente aos valores originais (OSIRIO; LIMA-JUNIOR; CARPINETTI, 2018).

$$v_n = \frac{1}{1 + e^{-\frac{v - \bar{v}}{\sigma_v}}} \quad (15)$$

Os resultados da aplicação da equação 15 nos valores das proximidades relativas dispostos na Tabela 11, podem ser observados na Tabela 12:

Tabela 12 - Resultado do cálculo de RC normalizado para a dimensão “disposição para colaborar”

Fornecedor	RC normalizado	Ranking RC
F1	0,242	6°
F2	0,821	1°
F3	0,277	5°
F4	0,449	4°
F5	0,651	2°
F6	0,539	3°

Fonte: Proposto pelo autor, baseado nos resultados de pesquisa.

O próximo passo da Etapa 2 consiste na coleta das pontuações dos fornecedores para a dimensão “capacidades”. Da mesma forma que foi realizado no início desta etapa, a equipe de especialistas atribuiu julgamentos linguísticos com base na escala linguística exposta na Figura 16. Estes julgamentos linguísticos podem ser observados na Quadro 11 e no Quadro 12.

Quadro 11 - (Especialista 1) Atribuição de julgamentos linguísticos para os fornecedores quanto aos critérios da dimensão "capacidades"

Critérios escolhidos	Julgamentos linguísticos dos fornecedores					
	F1	F2	F3	F4	F5	F6
C1: Certificações ambientais	[MB]	[MB]	[MB]	[MB]	[MB]	[MB]
C2: Descarte adequado de resíduos	[B, M]	[B, M]	[B, M]	[B, M]	[B, M]	[MB]
C3: Descarte de materiais perigosos	[M, A]	[M, A]	[B, M]	[M, A]	[M, A]	[MB, B]
C4: Entrega sem atrasos	[B, M]	[M, A]	[A, MA]	[A, MA]	[A, MA]	[M, A]
C5: Capacidade técnica	[MB, B]	[A, MA]	[M, A]	[M, A]	[M, A]	[M, A]
C6: Velocidade na resolução de problemas	[M, A]	[M, A]	[M, A]	[A, MA]	[M, A]	[A, MA]
C7: Conhecimento técnico	[M, A]	[M, A]	[M, A]	[A, MA]	[M, A]	[A, MA]
C8: Produtividade e eficiência	[B, M]	[AB]	[M, A]	[M, A]	[M, A]	[M, A]
C9: Qualidade	[B, M]	[AB]	[M, A]	[M, A]	[M, A]	[M, A]
C10: Tempo médio de treinamento por empregado	[B, M]	[M, A]	[B, M]	[MB, B]	[MB, B]	[A, MA]
C11: Programas de saúde para os funcionários	[M, A]	[A, MA]	[M, A]	[M, A]	[M, A]	[M, A]
C12: Trabalho infantil	[AB]	[AB]	[AB]	[AB]	[AB]	[AB]
C13: Condições de trabalho	[B, M]	[A, MA]	[B, M]	[M, A]	[M, A]	[AB]
C14: Treinamento de segurança	[B, M]	[A, MA]	[B, M]	[B, M]	[B, M]	[AB]
C15: Número de acidentes	[MA]	[MA]	[MA]	[MA]	[MA]	[MA]
C16: Satisfação dos funcionários	[MB]	[A, MA]	[M, A]	[M, A]	[M, A]	[A, MA]
C17: Reputação da empresa	[M, A]	[A, MA]	[M, A]	[M, A]	[M, A]	[A, MA]
C18: Estrutura técnica	[M, A]	[A, MA]	[M, A]	[B, M]	[B, M]	[AB]
C19: Situação financeira	[M, A]	[M, A]	[M, A]	[M, A]	[M, A]	[AB]

Fonte: Proposto pelo autor, baseado nos resultados de pesquisa.

Quadro 12 - (Especialista 2) Atribuição de julgamentos linguísticos para os fornecedores quanto aos critérios da dimensão "capacidades"

Critérios escolhidos	Julgamentos linguísticos dos fornecedores					
	F1	F2	F3	F4	F5	F6
C1: Certificações ambientais	[M, A]	[M, A]	[M, A]	[M, A]	[M, A]	[AB]
C2: Descarte adequado de resíduos	[B, M]	[AB]	[M, A]	[B, M]	[B, M]	[MB, B, M]
C3: Descarte de materiais perigosos	[M, A]	[AB]	[M, A]	[M, A]	[A, MA]	[M, A, MA]
C4: Entrega sem atrasos	[B, M]	[A, MA]	[M, A]	[M, A]	[B, M]	[B, M]
C5: Capacidade técnica	[B, M, A]	[B, M, A]	[B, M]	[B, M]	[B, M, A]	[A, MA]
C6: Velocidade na resolução de problemas	[B, M]	[B, M]	[MB, B]	[B, M]	[B, M]	[B, M]
C7: Conhecimento técnico	[M, A]	[M, A]	[B, M]	[M, A]	[M, A]	[A, MA]
C8: Produtividade e eficiência	[B, M]	[A, MA]	[B, M]	[M, A]	[M, A]	[M, A]
C9: Qualidade	[B, M]	[M, A]	[B, M]	[M, A]	[M, A]	[M, A]
C10: Tempo médio de treinamento por empregado	[M, A]	[M, A]	[MB, B]	[B, M]	[B, M]	[A, MA]
C11: Programas de saúde para os funcionários	[A, MA]	[A, MA]	[M, A]	[M, A]	[M, A]	[AB]
C12: Trabalho infantil	[AB]	[AB]	[AB]	[AB]	[AB]	[AB]
C13: Condições de trabalho	[B, M]	[M, A]	[B, M]	[B, M]	[B, M]	[M, A]
C14: Treinamento de segurança	[AB]	[AB]	[A, MA]	[M, A]	[M, A]	[AB]
C15: Número de acidentes	[AB]	[AB]	[AB]	[AB]	[AB]	[AB]
C16: Satisfação dos funcionários	[MB, B]	[M, A]	[B, M]	[B, M]	[M, A]	[A, MA]
C17: Reputação da empresa	[B, M]	[A, MA]	[B, M]	[M, A]	[M, A]	[A, MA]
C18: Estrutura técnica	[M, A]	[B, M]	[MB, B]	[B, M]	[B, M]	[A, MA]
C19: Situação financeira	[B, M]	[B, M]	[B, M]	[B, M]	[B, M]	[A, MA]

Fonte: Proposto pelo autor, baseado nos resultados de pesquisa.

Finalizando a Etapa 2, a sequência de cálculo deve ser replicada (equações 4, 5, 6, 7, 10 e 15), obtendo-se assim os valores das proximidades relativas normalizadas dos fornecedores referentes à dimensão “capacidades”. O resultado final desta aplicação é apresentado na Tabela 13.

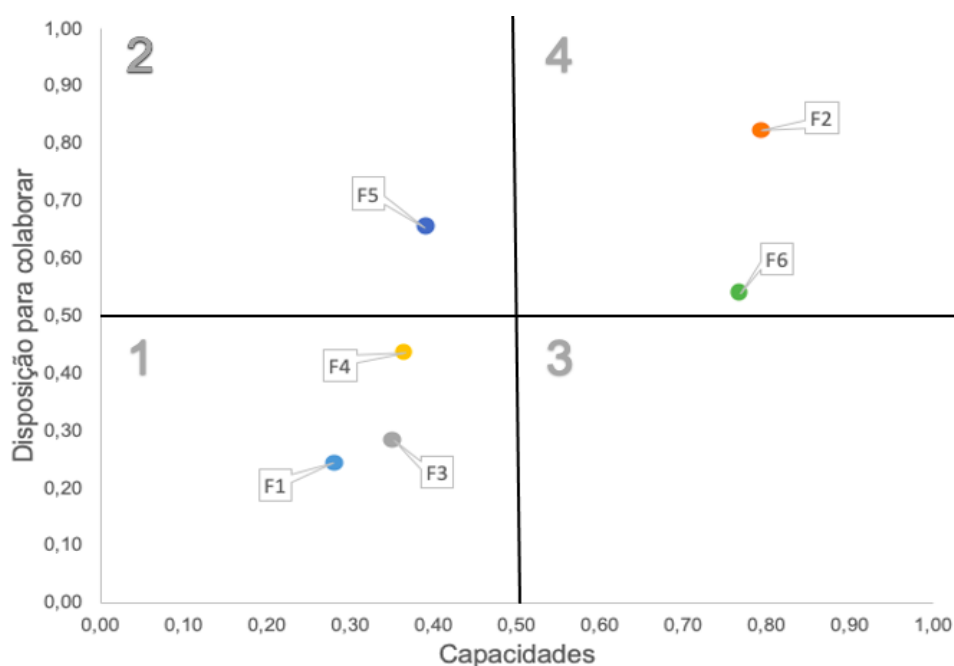
Tabela 13 - Resultado do cálculo de RC normalizado para a dimensão “capacidades”

Fornecedor	RC normalizado	Ranking RC
F1	0,284	6°
F2	0,793	1°
F3	0,354	5°
F4	0,363	4°
F5	0,388	3°
F6	0,769	2°

Fonte: Proposto pelo autor, baseado nos resultados de pesquisa.

5.2.3 Etapa 3: Categorização dos fornecedores

A Etapa 3 se inicia com o posicionamento dos fornecedores na matriz de segmentação. Esse posicionamento se dá com base nos valores das proximidades relativas normalizadas para as dimensões “disposição para colaborar” e “capacidades” apresentadas na Tabela 12 e na Tabela 13. Conforme definido por Rezaei e Ortt (2012), o eixo y da matriz corresponde à dimensão “disposição para colaborar” e o eixo x a dimensão “capacidades”, na Figura 21 é possível visualizar o posicionamento dos fornecedores.

Figura 21 - Posicionamento dos fornecedores na matriz de segmentação

Fonte: Proposto pelo autor, baseado nos resultados de pesquisa.

O último passo da aplicação do modelo consiste na identificação do grupo de fornecedores. Essa identificação é importante pois é a partir dela que programas e políticas para desenvolvimento de fornecedores poderão ser desenvolvidos e implantados. Na Figura 21, pode-se observar que os fornecedores F1, F3 e F4 estão posicionados no grupo 1, já o fornecedor F5 no grupo 2 e apenas dois fornecedores (F2 e F6) no grupo 4. Nenhum fornecedor ficou posicionado no grupo 3.

A matriz de segmentação utilizada neste estudo serve como ferramenta no desenvolvimento de fornecedores. Algumas ações poderão ser formuladas pelos gestores da empresa compradora visando a mobilidade dos fornecedores para o grupo 4, o qual possui como característica fornecedores com um alto grau de capacidades e disposição para colaborar. Essas ações devem ser focadas na melhoria dos critérios em que esses fornecedores apresentaram desempenho insuficiente. Para os fornecedores que estão localizados no grupo 1, políticas e ações focadas no aumento de suas capacidades e disposição para colaborar deverão ser implementadas. Já os fornecedores do grupo 2, as ações focadas na melhoria de suas capacidades poderiam auxiliá-los na sua transferência para o grupo 4. Outra questão que deve ser levada em consideração é no

desenvolvimento de ações que visem a manutenção de fornecedores que já pertencem ao grupo 4, tendo em vista que existe a possibilidade de ocorrer um “relaxamento” de seus desempenhos e estes regredirem para outro grupo.

Por último, esses resultados foram apresentados para a equipe de especialistas participantes deste estudo. Ao questioná-los sobre o posicionamento dos fornecedores na matriz e se tais posições estavam de acordo com a sua opinião, foi constatado que os resultados estavam coerentes e que a classificação dos grupos de fornecedores refletia suas preferências.

6 ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

Neste capítulo serão descritos os procedimentos realizados para analisar o efeito da variação de parâmetros no modelo proposto. Essa análise se deu por meio de uma análise de sensibilidade.

6.1 Análise de Sensibilidade do Modelo Proposto

Este estudo utilizou-se de uma variação da técnica *Hesitant Fuzzy-TOPSIS* proposta por Beg e Rashid (2013). Nessa variação é possível atribuir pesos aos critérios, algo que não é possível na versão original da técnica. A atribuição de pesos aos critérios é importante para o modelo proposto, pois permite a priorização de certos critérios frente a outros. Visando analisar a consistência dos resultados fornecidos por esta versão da técnica, optou-se em aplicar uma análise de sensibilidade. Essa técnica permite analisar o impacto da variação de seus parâmetros em relação aos resultados de saída do modelo (SATELLI et. al., 2019). Para este trabalho, a análise de sensibilidade foi conduzida para três cenários, sendo que as variações dos parâmetros ocorreram apenas nos pesos dos critérios (etapa 1 do modelo proposto).

O cenário 1 contempla a maximização dos critérios ambientais, ou seja, foi atribuído um nível de importância maior para os pesos destes critérios em relação aos demais (critérios econômicos e sociais). Essa maximização ocorreu a partir da atribuição do julgamento linguístico “AB” (absoluto) para os critérios ambientais, enquanto para os outros critérios (econômicos e sociais) foi atribuído o julgamento linguístico “M” (médio). Essa maximização foi realizada simultaneamente para as dimensões “disposição para colaborar” e “capacidades”. Já no cenário 2, a maximização ocorreu nos critérios econômicos e seguiu a mesma lógica do cenário 1. O mesmo foi seguido para o cenário 3, que leva em consideração a maximização dos critérios sociais. No Quadro 13 e no Quadro 14 é possível verificar estas atribuições dos julgamentos para os pesos dos critérios correspondentes aos cenários 1, 2 e 3.

Quadro 13 - Julgamentos linguísticos dos pesos dos critérios da dimensão "disposição para colaborar" para os três cenários

Critérios	Cenário 1		Cenário 2		Cenário 3	
	Especialista 1	Especialista 2	Especialista 1	Especialista 2	Especialista 1	Especialista 2
C1: Esforço para reduzir desperdício de materiais	[AB]	[AB]	[M]	[M]	[M]	[M]
C2: Habilidade para trabalho em equipe	[M]	[M]	[AB]	[AB]	[M]	[M]
C3: Comprometimento com a qualidade	[M]	[M]	[AB]	[AB]	[M]	[M]
C4: Disposição para compartilhar informações, ideias, tecnologia e economia de custos	[M]	[M]	[AB]	[AB]	[M]	[M]
C5: Relacionamento de longo prazo	[M]	[M]	[AB]	[AB]	[M]	[M]
C6: Honestidade	[M]	[M]	[M]	[M]	[AB]	[AB]
C7: Auditoria de segurança	[M]	[M]	[M]	[M]	[AB]	[AB]
C8: Facilidade de comunicação	[M]	[M]	[M]	[M]	[AB]	[AB]
C9: Conformidade de procedimentos de compliance	[M]	[M]	[M]	[M]	[AB]	[AB]

Fonte: Proposto pelo autor.

Quadro 14 - Julgamento linguísticos dos pesos dos critérios da dimensão "capacidades" para os três cenários

Critério	Cenário 1		Cenário 2		Cenário 3	
	Especialista 1	Especialista 2	Especialista 1	Especialista 2	Especialista 1	Especialista 2
C1: Certificações ambientais	[AB]	[AB]	[M]	[M]	[M]	[M]
C2: Descarte adequado de resíduos	[AB]	[AB]	[M]	[M]	[M]	[M]
C3: Descarte de materiais perigosos	[AB]	[AB]	[M]	[M]	[M]	[M]
C4: Entrega sem atrasos	[M]	[M]	[AB]	[AB]	[M]	[M]
C5: Capacidade técnica	[M]	[M]	[AB]	[AB]	[M]	[M]
C6: Velocidade na resolução de problemas	[M]	[M]	[AB]	[AB]	[M]	[M]
C7: Conhecimento técnico	[M]	[M]	[AB]	[AB]	[M]	[M]
C8: Produtividade e eficiência	[M]	[M]	[AB]	[AB]	[M]	[M]
C9: Qualidade	[M]	[M]	[AB]	[AB]	[M]	[M]
C10: Tempo médio de treinamento por empregado	[M]	[M]	[M]	[M]	[AB]	[AB]
C11: Programas de saúde para os funcionários	[M]	[M]	[M]	[M]	[AB]	[AB]
C12: Trabalho infantil	[M]	[M]	[M]	[M]	[AB]	[AB]
C13: Condições de trabalho	[M]	[M]	[M]	[M]	[AB]	[AB]
C14: Treinamento de segurança	[M]	[M]	[M]	[M]	[AB]	[AB]
C15: Número de acidentes	[M]	[M]	[M]	[M]	[AB]	[AB]
C16: Satisfação dos funcionários	[M]	[M]	[M]	[M]	[AB]	[AB]
C17: Reputação da empresa	[M]	[M]	[M]	[M]	[AB]	[AB]
C18: Estrutura técnica	[M]	[M]	[AB]	[AB]	[M]	[M]
C19: Situação financeira	[M]	[M]	[AB]	[AB]	[M]	[M]

Fonte: Proposto pelo autor.

Uma vez definidos os três cenários, aplica-se novamente a sequência de cálculo (equações 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 e 15) apresentada nas etapas 1 e 2 da aplicação do modelo proposto, mantendo-se inalterados os julgamentos linguísticos para a avaliação dos fornecedores do Quadro 9, Quadro 10, Quadro 11 e do Quadro 12. Como resultado destas aplicações, tem-se os valores normalizados de RC para as duas dimensões de segmentação dos três cenários, bem como o grupo em que os fornecedores pertencem em cada um dos cenários.

Os grupos em que os fornecedores foram segmentados na aplicação do modelo proposto e os grupos em que eles foram segmentados nos três cenários da análise de sensibilidade estão dispostos na Tabela 14. Nessa Tabela, os valores destacados em negrito indicam os fornecedores que mudaram de grupo em relação ao caso de aplicação piloto, apresentado no capítulo anterior. Já os resultados dos valores normalizados de RC para o modelo proposto e para os três cenários definidos para a análise de sensibilidade constam na Tabela 15.

Tabela 14 - Grupos de fornecedores para os três cenários

Fornecedor	Aplicação	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
	Grupo de segmentação	Grupo de segmentação	Grupo de segmentação	Grupo de segmentação
F1	1	1	1	1
F2	4	4	4	4
F3	1	1	1	1
F4	1	2	2	1
F5	2	2	2	2
F6	4	1	4	4

Fonte: Proposto pelo autor.

Tabela 15 - Valores normalizados de RC para os três cenários

Fornecedor	Modelo proposto		Cenário 1		Cenário 2		Cenário 3	
	Disposição para colaborar	Capacidades	Disposição para colaborar	Capacidades	Disposição para colaborar	Capacidades	Disposição para colaborar	Capacidades
F1	0,242	0,284	0,250	0,420	0,218	0,233	0,309	0,348
F2	0,821	0,793	0,798	0,874	0,793	0,734	0,834	0,715
F3	0,277	0,354	0,250	0,420	0,255	0,376	0,309	0,326
F4	0,449	0,363	0,634	0,420	0,534	0,409	0,309	0,348
F5	0,651	0,388	0,634	0,500	0,631	0,409	0,656	0,370
F6	0,539	0,769	0,432	0,275	0,583	0,806	0,540	0,832

Fonte: Proposto pelo autor.

Por meio da análise de sensibilidade pode-se perceber a importância da atribuição dos pesos dos critérios para o modelo proposto. As variações nas pontuações finais dos fornecedores entre os três cenários estabelecidos levam a essa conclusão. Com exceção do cenário 3, o qual prioriza os critérios sociais, pode-se constatar variações significativas nos agrupamentos dos fornecedores, ou seja, a variação dos pesos dos critérios ambientais e econômicos impactam com maior intensidade na categorização dos fornecedores, demonstrando assim a força dos critérios sociais na definição do agrupamento dos fornecedores. A variação mais significativa foi evidenciada no cenário 1 pela mudança de grupo do Fornecedor 1, pois neste cenário o fornecedor em questão deslocou-se do grupo 4 (fornecedores com alta disposição para colaborar e altas capacidades) para o grupo 1 (fornecedores com baixa disposição para colaborar e baixas capacidades).

7 CONCLUSÃO

Neste estudo foi proposto um modelo de segmentação de fornecedores que foi aplicado em um contexto de segmentação de fornecedores com base em critérios sustentáveis. O modelo em questão também pode ser aplicado em situações em que o objetivo não seja a sustentabilidade. Para isso é possível recorrer à literatura em busca de critérios relacionados a objetivos mais específicos para o contexto em questão.

Esse modelo foi desenvolvido a partir da combinação da abordagem de segmentação de fornecedores de Rezaei e Ortt (2012) e da técnica *Hesitant Fuzzy-TOPSIS* proposta por Beg e Rashid (2013). Essa combinação resultou em uma ferramenta que possibilita captar julgamentos linguísticos de um grupo de decisores, em um contexto de hesitação e incerteza, com o objetivo de segmentar os fornecedores de uma empresa tendo com base os julgamentos linguísticos atribuídos por tais decisores, possibilitando assim o desenvolvimento de programas de desenvolvimento de fornecedores voltados para a sustentabilidade. Esse modelo é a principal contribuição deste trabalho. Há algumas vantagens desse modelo em relação ao modelo de Torres-Ruiz e Ravindran (2018), que é o único modelo para segmentação de fornecedores sustentáveis identificado na literatura. O modelo desenvolvido neste trabalho permite a atribuição de julgamentos e expressões linguísticas, não possui limitação quanto ao número de alternativas e critérios, e requer uma menor quantidade de julgamentos por não necessitar da realização de comparações pareadas entre os julgamentos. Dessa forma, algumas das principais limitações existentes na técnica AHP, presente no estudo de Torres-Ruiz e Ravindran (2018), são contornadas pelo modelo proposto neste trabalho.

A segunda contribuição deste trabalho consiste na realização de uma revisão sistemática sobre modelos quantitativos para segmentação de fornecedores (Capítulo 3). Essa revisão pode auxiliar na prática gerencial e ser utilizada como um guia para pesquisadores que pretendam desenvolver trabalhos sobre o tema, principalmente quanto à proposição de novos modelos de segmentação de fornecedores e de estudos comparativos entre técnicas de decisão aplicadas a este problema.

Quanto as limitações deste estudo, uma delas é a de que alguns modelos podem ter ficado de fora da revisão sistemática devido ao fato de que ela não abrange todas as bases de dados existentes (somente as principais). Uma outra limitação referente ao modelo proposto, diz respeito a característica do modelo em capturar apenas julgamentos linguísticos, ou seja, julgamentos de ordem quantitativa perdem uma certa exatidão ao serem convertidos em julgamentos linguísticos. Como exemplo pode-se citar o critério “entrega sem atrasos”, este critério pode ser quantificado facilmente através do número de vezes em que ocorreram atrasos nas entregas. Contudo, o modelo não permite modelar este valor numérico, devendo este valor numérico ser transformado em julgamento linguístico. Dessa forma, o modelo proposto tende a ser mais adequado em aplicações que adotem critérios qualitativos, ou em que a avaliação dos critérios quantitativos seja passível de incerteza e hesitação.

Como sugestão para a elaboração de estudos futuros, este trabalho pode ser replicado em outras empresas de diferentes setores da economia, pois assim seria possível comparar a importância que os decisores dão para determinados critérios sustentáveis (ambientais, econômicos e sociais), conforme o setor em que a empresa está situada. Outra sugestão para o desenvolvimento de estudos futuros, seria a realização de estudos comparativos entre os modelos de segmentação existentes na literatura. Mais algumas sugestões para o desenvolvimento de trabalhos futuros estão destacadas na seção 3.4.4.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHI, P.; SEARCY, C. An analysis of metrics used to measure performance in green and sustainable supply chains. **Journal of Cleaner Production**, v 86, p 360–377, 2015.

AHI, P.; SEARCY, C. Assessing sustainability in the supply chain: A triple bottom line approach. **Applied Mathematical Modelling**, v 39, p 2882–2896, 2015.

AKMAN, G. Evaluating suppliers to include green supplier development programs via fuzzy c-means and VIKOR methods. **Computers & Industrial Engineering**, v.86, n., p.69-82, 2015.

ALOINI, D.; DULMIN, R.; MININNO, V.; ZERBINO, P. Leveraging procurement-related knowledge through a fuzzy-based DSS: a refinement of purchasing portfolio models. **Journal of Knowledge Management**, v.23, n.6, p.1077-1104, 2019.

AZEVEDO, J. L. A economia circular aplicada no brasil: uma análise a partir dos instrumentos legais existentes para a logística reversa. **XI Congresso Nacional de Exelência em Gestão**, 2015.

BAATARTOGTOKH, B.; DUNBAR, W. S.; ZYL, D. The state of outsourcing in the Canadian mining industry. **Resources Policy**, v. 59, p. 184-191, 2018.

BAI, C.; SARKIS, J. Integrating sustainability into supplier selection with grey system and rough set methodologies. **International Journal of Production Economics**, v. 124, p. 252-264, 2010.

BAI, C.; REZAEI, J.; SARKIS, J. Multicriteria Green Supplier Segmentation. **IEEE Transactions on Automation Science and Engineering**, v.64, n.4, p.515 - 528, 2017.

BEG, I.; RASHID, T. TOPSIS for hesitant fuzzy linguistic term sets. **International Journal of Intelligent Systems**, v. 28, n. 12, p. 1162-1171, 2013.

BELLAMY, M. A.; BASOLE, R. C. Network analysis of supply chain systems: A systematic review and future research. **Systems Engineering**, v. 16, n. 2, p. 235-249, 2013.

BEMELMANS, J.; VOORDIJK, H.; VOS, B.; BUTER, J. *Assessing Buyer-Supplier Relationship Management: Multiple Case-Study in the Dutch Construction Industry*. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 138, n. 1, p. 163–176, 2012.

BENSAOU, B. M. Portfolios of buyer–supplier relationships. **Sloan Management Review**, v 40, n 4, p 35–44, 1999.

BERTRAND, J. W. M.; FRANSOO, J. Operations management research methodologies using quantitative modeling. **International Journal of Operations and Production Management**, v. 22, n. 2, p.241-264, 2002.

BHASKAR, V.; LALLEMENT, P. Activity routing in a distributed supply chain: Performance evaluation with two inputs. **Journal of Network and Computer Applications**, v 31, p 402–428, 2008.

BIANCHINI, A.; BENCI, A.; PELLEGRINI, M. P.; ROSSI, J. Supply chain redesign for lead-time reduction through Kraljic purchasing portfolio and AHP integration. **Benchmarking: An International Journal**, v.26, n.4, p.1194-1209, 2019.

BOUJELBEN, M. A. A unicriterion analysis based on the PROMETHEE principles for multicriteria ordered clustering. **Omega**, v.69, n., p.126-140, 2017.

CHAI, J.; LIU, J. N. K.; NGAI, E. W. T. Application of decision-making techniques in supplier selection: A systematic review of literature. **Expert Systems with Applications**, v. 40, n. 10, p. 3872-3885, 2013.

CHE, Z. H. Clustering and selecting suppliers based on simulated annealing algorithms. **Computers & Mathematics with Applications**, v.63, p.228-238, 2011.

CHITHAMBARANATHAN, P.; SUBRAMANIAN, N.; GUNASEKARAN, A.; PALANIAPPAN, P. L. K. Service supply chain environmental performance

evaluation using grey based hybrid MCDM approach. **International Journal of Production Economics**, v 166, p 163–176, 2015.

COOK, D. J.; SACKETT, D. L.; SPITZER, W. O. Methodologic guidelines for systematic reviews of randomized control trials in health care from the Potsdam Consultation on Meta-Analysis. **J Clin Epidemiol**, v. 48, n. 1, p. 167-171, 1995.

COOPER, M. C.; LAMBERT, D. M.; PAGH, J. D. Supply Chain Management: More Than a New Name for Logistics. **The International Journal of Logistics Management**, v. 8, n. 1, p. 1–14., 1997.

CROXTON, K. L.; GARCIA-DASTUGUE, S. J.; LAMBERT, D. M.; ROGERS, D. The Supply Chain Management Processes. **The International Journal of Logistics Management**, v. 12, n. 2, p. 13-36, 2001.

CUMMINGS, S.; DAELLENBACH, U. A guide to the future of strategy? The history of long range planning. **Long Range Planning**, v. 42, n. 2, p. 234–263, 2009.

CUNNINGHAM, M. **An interaction approach to purchasing strategy. International marketing and purchasing of industrial goods**. Chichester: John Wiley, 1983.

DAY, M.; MAGNAN, G. M.; MOELLER, M. M. Evaluating the bases of supplier segmentation: A review and taxonomy. **Industrial Marketing Management**, v 39, n 4, p 625–639, 2010.

DE ALMEIDA, A.T.; DE ALMEIDA, J.A.; COSTA, A.P.C.S.; DE ALMEIDA-FILHO, A.T. A new method for elicitation of criteria weights in additive models: flexible and interactive tradeoff. **Eur. J. Oper. Res**, v 250, p 179–191, 2016.

DE ARAÚJO, M. C. B.; ALENCAR, L. H.; DE MIRANDA MOTA, C. M. Project procurement management: A structured literature review. **International Journal of Project Management**, v 35, n 3, p 353–377, 2017.

DEMIR, L.; AKPINAR, M. E.; ARAZ, C.; ILGIN, M. A. A green supplier evaluation system based on a new multi-criteria sorting method: VIKORSORT. **Expert Systems With Applications**, v.114, n., p.479-487, 2018.

DESAI, M. A. The decentering of the global firm. **World Economy**, v 32, n 9, p 1271–1290, 2009.

DICKSON, P. Distributor portfolio analysis and the channel dependence matrix: New techniques for understanding and managing the channel. **Journal of Marketing**, v 47, n 3, p 35–45, 1983.

DYER, J. H.; CHO, D. S.; CHU, W. Strategic supplier segmentation: A model for managing suppliers in the 21st century. *In*: **Association of Japanese Business Studies**, 1996, Nagoya.

DYER, J. H.; CHO, D. S.; CHU, W. Strategic supplier segmentation: The next 'best practice' in supply chain management. **California Management Review**, v. 40, n 2, p 57–77, 1998.

ELKINGTON, J. **Cannibals With Forks: the Triple Bottom Line of 21st Century**. Capstone: Oxford, 1997.

FIGGE, F.; HAHN, T.; SCHALTEGGER, S.; WAGNER, M. The sustainability balanced scorecard—linking sustainability management to business strategy. **Bus, Strat. Environ.** 115, 269–284, 2002.

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.

GATTORNA, J. **Dynamic supply chain: Delivering Value Through People**. Financial Times Prentice Hall: London, 2010.

GONG, Z. An economic evaluation model of supply chain flexibility. **European Journal of Operational Research**, v 184, p 745–758, 2008.

GOVINDAN, K.; SOLEIMANI, H.; KANNAN, D. Reverse logistic and closed-loop supply chain. A comprehensive review to explore the future. **European Journal of Operational Research**, v 240, p 603–626, 2015.

HALLIKAS, J.; PUUMALAINEN, K.; VESTERINEN, T.; VIROLAINEN, V. M. Risk-based classification of supplier relationships. **Journal of Purchasing & Supply Management**, v 11, n 2-3, p 72–82, 2005.

HAGHIGHI, P. S.; MORAD, M.; SALAHI, M. Supplier Segmentation using Fuzzy Linguistic Preference Relations and Fuzzy Clustering. **I.J. Intelligent Systems and Applications**, v.5, n., p.76-82, 2014.

ISO 15392. **Sustainability in Building Construction - General Principles**. International Organization for Standardization: Geneva, 2008.

JHARKHARIA, S.; DAS, C. Low carbon supplier development: A fuzzy c-means and fuzzy formal concept analysis based analytical model. **Benchmarking: An International Journal**, v.26, n.1, p.73-96, 2019.

KAUFMAN, A.; WOOD, C. H.; THEYEL, G. Collaboration and technology linkages: A strategic supplier typology. **Strategic Management Journal**, v 21, n 6, p 649–663, 2000.

KIRCHHERR, J.; REIKE, D.; HEKKERT, M. Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. **Resources, Conservation & Recycling**, v. 127, p. 221-232, 2017.

KOTLER, P.; WONG, V.; SAUNDERS, J.; ARMSTRONG, G. **Principles of marketing**. Harlow: Pearson Education, 2005.

KRALJIC, P. Purchasing Must Become Supply Management. **Harvard Business Review**, p 109-117, 1983.

KUO, R. J.; POTTI, Y.; ZULVIA, F. E. Application of metaheuristic based fuzzy K-modes algorithm to supplier clustering. **Computers & Industrial Engineering**, v.120, n., p.298-307, 2018.

LAMB, C. W.; HAIR, J. F.; MCDANIEL, C. **Essentials of Marketing**. Mason: South-Western Cengage Learning, 2009.

LAMBERT, D. M.; COOPER, M. C.; PAGH, J. D. Supply chain management: Implementation issues and research opportunities. **The International Journal of Logistics Management**, v 9, p 1–20, 1998.

LAMBERT, D. M. **Supply Chain Management: processes, partnerships, performance**. 3° ed, Supply Chain Management Institute, Sarasota, Florida, 2008. 431 p.

LAMBERT, D.; SCHWIETERMAN, M. Supplier relationship management as a macro business process, **Supply Chain Management**, v. 17 n. 3, p. 337-352, 2012.

LIMA-JUNIOR, F. R.; CARPINETTI, L. C. R. Combining SCOR® model and fuzzy TOPSIS for supplier evaluation and management. Intern. **Journal of Production Economics**, v.174, n., p.128-141, 2016.

LIMA-JUNIOR, F. R.; CARPINETTI, L. C. R. Quantitative models for supply chain performance evaluation: A literature review. **Computers & Industrial Engineering**, v 113, p 333-346, 2017.

MAGALHÃES, W.R. **Proposição e Aplicação de um Modelo para Priorização de Risco baseado em FMEA e Hesitant Fuzzy-TOPSIS**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Administração – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2019.

MAKRIS, Z. N. L. D.; HANSEN, O.; KHAN. Adapting to supply chain 4.0: An explorative study of multinational companies. **Supply Chain Forum: An International Journal**, v. 20, p. 116-131, 2019.

MCIVOR, R. What is the right outsourcing strategy for your process? **European Management Journal**, v 26, n 1, p 24–34, 2008.

MEDEIROS, M.; FERREIRA, L. Development of a purchasing portfolio model: an empirical study in a Brazilian hospital. **Journal Production Planning & Control**, v.29, n.7, p.571-585, 2018.

MELO, M. T.; NICKEL, S.; SALDANHA-DA-GAMA, F. Facility location and supply chain management – A review. **European Journal of Operational Research**, v 196, p 401–412, 2009.

MOELLER, S.; FASSNACHT, M.; KLOSE, S. A Framework for Supplier Relationship Management (SRM), **Journal of Business-to-Business Marketing**, v. 13, n. 4, p. 69-94, 2006.

MONCZKA, R.M.; HANDFIELD, R. B.; GIUNIPERO, L. C.; PATTERSON, J. L. **Purchasing and Supply Chain Management**. Mason: South-Western Cengage Learning, 2009.

OWUSU-BEMPAH, G.; BENNET, E.; AMOAKO, D.; FREMPONG, R. K. The Importance of Supplier Segmentation to the Manufacturing Sector of Ghana. **Industrial Engineering Letters**, v. 3, n. 2, 2013.

OLSEN, R. F.; ELLRAM, L. M. A portfolio approach to supplier relationships. **Industrial Marketing Management**, v 26, n 2, p 101–113, 1997.

OSIRO, L. **Uso da lógica fuzzy para avaliação e desenvolvimento de fornecedores baseado em modelos de portfólio**. Tese (Doutorado em Engenharia da Produção) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, p. 48. 2013.

OSIRO, L.; LIMA-JUNIOR, F. R.; CARPINETTI, L. C. R. A fuzzy logic approach to supplier evaluation for development. **International Journal of Production Economics**, v.153, p.95-112, 2014.

OSIRO, L.; LIMA-JUNIOR, F. R.; CARPINETTI, L. C. R. A group decision model based on quality function deployment and hesitant fuzzy for selecting supply chain sustainability metrics. **Journal of Cleaner Production**, v. 183, p. 964–978, 2018.

ÖZTÜRK, B.A.; ÖZÇELİK, F. Sustainable Supplier Selection with A Fuzzy Multi-Criteria Decision Making Method Based on Triple Bottom Line. **Business and Economics Research Journal**, v. 5, n. 3, p. 129-147, 2014.

PARASURAMAN, A. Vendor segmentation: An additional level of market segmentation. **Industrial Marketing Management**, v. 9, n. 1, p. 59–62, 1980.

PARK, J.; SHIN, K.; CHANG, T.; PARK, J. An integrative framework for supplier relationship management. **Industrial Management & Data Systems**, v.110, n.4, p.495-515, 2010.

PARKOUHI, S. V.; GHADIKOLAEI, A. S.; LAJIMI, H. F. Resilient supplier selection and segmentation in grey environment. **Journal of Cleaner Production**, v.207, n.1, p.1123-1137, 2019.

RAO, C. P.; WANG, Z. Evaluating alternative segmentation strategies in standard industrial markets. **European Journal of Marketing**, v. 29, n. 2, p. 58-75, 1995.

REINER, G. Supply Chain Management Research Methodology Using Quantitative Models Based on Empirical Data. *In*: HERBERT KOTZAB; STEFAN SEURING; MARTIN MÜLLER; GERALD REINER. **Research Methodologies in Supply Chain Management**. Heidelberg: Physica-Verlag HD, 2005. p. 431–444.

RESTREPO, R.; VILLEGAS, J. G. Supplier evaluation and classification in a Colombian motorcycle assembly company using data envelopment analysis. **Academia Revista Latinoamericana de Administración**, v.32, n.2, p.159-180, 2019.

REUTER, C.; FOERSTL, K. A. I.; HARTMANN, E. V. I.; BLOME, C. Sustainable global supplier management: the role of dynamic capabilities in achieving competitive advantage. **Journal of Supply Chain Management**, v. 46, n. 2, p. 45-63, 2010.

REZAEI, J.; LAJIMI, H. F. Segmenting supplies and suppliers: bringing together the purchasing portfolio matrix and the supplier potential matrix. **International Journal of Logistics Research and Applications**, v.22, n.4, p.419-436, 2019.

REZAEI, J.; ORTT, J. R. Two Multi-criteria Approaches to Supplier Segmentation. **IFIP Advances in Information and Communication Technology**, p.317–325, 2012.

REZAEI, J.; ORTT, R. A multi-variable approach to supplier segmentation. **International Journal of Production Research**, v 50, n 16, p 4593–4611, 2012.

REZAEI, J.; ORTT, R. Supplier segmentation using fuzzy logic. **Industrial Marketing Management**, v. 42, n. 4, p. 507-517, 2013.

REZAEI, J.; ORTT, R. Multi-criteria supplier segmentation using a fuzzy preference relations based AHP. **European Journal of Operational Research**, v.225, n.1, p.75-84, 2013.

REZAEI, J.; WANG, J.; TAVASSZY, L. Linking supplier development to supplier segmentation using Best Worst Method. **Expert Systems with Applications**, v.42, n.23, p.9152-9164, 2015.

REZAEI, J.; LAJIMI, H. F. Segmenting supplies and suppliers: bringing together the purchasing portfolio matrix and the supplier potential matrix. **International Journal of Logistics: Research and Applications**, v. 22, n. 4, p. 419–436, 2019.

RICHARDSON, R. J. ET AL. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. São Paulo: Atlas, 1989.

RODRIGUEZ, R. M., MARTINEZ, L., HERRERA, F. Hesitant fuzzy linguistic term sets for decision making. **IEEE Transactions on Fuzzy Systems**, v.20, n.1, p.109-119, 2012.

SAATY, T. L. **The analytic hierarchy process (first ed.)**. New York: McGraw Hill, 1980.

SANTOS, L. F. O.M; OSIRO, L.; LIMA. R. H. P. A model based on 2-tuple fuzzy linguistic representation and Analytic Hierarchy Process for supplier segmentation using qualitative and quantitative criteria. **Expert Systems with Applications**, v.79, n., p.53-64, 2017.

SARTOR, M.; ORZES, G.; NASSIMBENI, G.; JIA, F.; LAMMING, R. International purchasing offices: literature review and research directions. **J. Purch. Supply Manag.**, v 20, p 1–17, 2014.

SALTELLI, A.; ALEKSANKINA, K.; BECKER, W.; FENNELL, P.; FERRETTI, F.; HOLST, N.; WU, Q. Why so many published sensitivity analyses are false: A systematic review of sensitivity analysis practices. **Environmental modelling & software**, v. 114, p. 29-39, 2019.

SEGURA, M.; MAROTO, C. A multiple criteria supplier segmentation using outranking and value function methods. **Expert Systems with Applications**, v.69, n., p.87-100, 2017.

SEURING, S.; MULLER, M. From a literature review to a conceptual framework for sustainable supply chain management. **Journal of Cleaner Production**, v. 16, n. 15, p. 1699-1710, 2008.

SONMEZ, M. **A review and critique of supplier selection process and practices**. Loughborough: Loughborough University, 2006

STOCK, J. R.; BOYER, S. L. Developing a consensus definition of supply chain management: a qualitative study. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, n. 39, v. 8, p. 690-711, 2009.

SRIVASTAVA, S. K. Green supply-chain management: a state-of-the-art literature review. **International Journal of Management Reviews**, n. 9, v. 1, p. 53-80, 2007.

SVENSSON, G. Supplier segmentation in the automotive industry: A dyadic approach of a managerial model. **International Journal of Physical Distribution and Logistics Management**, v 34, n 1, p 12–38, 2004.

TORRA, V. Hesitant fuzzy sets. **International Journal of Intelligent Systems**, v. 25, n. 6, p. 529-539, 2010.

TORRES-RUIZ, A.; RAVINDRAN, R. Multiple Criteria Framework for the Sustainability Risk Assessment of a Supplier Portfolio. **Journal of Cleaner Production**, v.172, n., p.4478-4493, 2018.

NAZLI, S. W.; KOZAN, M. K.; KUMAN, A. Buyer-supplier relationships in the Turkish automotive industry. **International Journal of Operations & Production Management**, v.26, n.9, p.947-970, 2006.

ZADEH, L. A. Fuzzy sets. **Information and Control**, v. 8, n. 3, p. 338–353, 1965.

APÊNDICE A: FORMULÁRIO ELABORADO PARA COLETA DE DADOS

FORMULÁRIO PARA COLETA DE DADOS DE FORNECEDORES SUSTENTÁVEIS

Este formulário tem como objetivo a coleta de dados da organização em questão. Os dados são compostos pelos julgamentos linguísticos dos especialistas que estão envolvidos com a gestão de compras, cada especialista irá atribuir julgamentos para os fornecedores que compõem a base de fornecimento. Estes dados servirão de entrada para o modelo de segmentação proposto, o qual permitirá a elaboração de estratégias que visam o desenvolvimento sustentável dos fornecedores envolvidos.

A) Escolha dos critérios

Assinalar os critérios pertencentes às dimensões “capacidades” e “disposição para colaborar”, os especialistas poderão adicionar novos critérios caso julguem necessário, estes critérios constam na Tabela 1 e na Tabela 2.

Tabela 1 - Lista de critérios da dimensão "capacidades"

<input type="checkbox"/> Emissão de carbono	<input type="checkbox"/> Resposta à mudança de pedido
<input type="checkbox"/> Emissões atmosféricas	<input type="checkbox"/> Competências únicas
<input type="checkbox"/> Certificações ambientais	<input type="checkbox"/> Conhecimento técnico
<input type="checkbox"/> Consumo de energia não renovável	<input type="checkbox"/> Produtividade e eficiência
<input type="checkbox"/> Consumo de água	<input type="checkbox"/> Qualidade
<input type="checkbox"/> Eficiência energética	<input type="checkbox"/> Suporte a projetos comunitários
<input type="checkbox"/> Descarte adequado de resíduos	<input type="checkbox"/> Tempo médio de treinamento por empregado
<input type="checkbox"/> Reciclagem de resíduos	<input type="checkbox"/> Filantropia
<input type="checkbox"/> Reutilização de materiais	<input type="checkbox"/> Programas de saúde para os funcionários
<input type="checkbox"/> Uso de materiais ambientalmente sustentáveis	<input type="checkbox"/> Política de reembolso
<input type="checkbox"/> Consumo de energia renovável	<input type="checkbox"/> Relações governamentais
<input type="checkbox"/> Uso de substâncias controladas	<input type="checkbox"/> Trabalho infantil
<input type="checkbox"/> Descarte de materiais perigosos	<input type="checkbox"/> Incentivo a práticas de voluntariado
<input type="checkbox"/> Utilização de tecnologias limpas	<input type="checkbox"/> Condições de trabalho
<input type="checkbox"/> Capacidade de lidar com devoluções	<input type="checkbox"/> Treinamentos de segurança
<input type="checkbox"/> Entrega sem atrasos	<input type="checkbox"/> Relação com os investidores
<input type="checkbox"/> Capacidade técnica	<input type="checkbox"/> Investimento em capital humano

<input type="checkbox"/>	Posição estratégica no mercado	<input type="checkbox"/>	Número de acidentes
<input type="checkbox"/>	Velocidade na resolução de problemas	<input type="checkbox"/>	Satisfação dos funcionários
<input type="checkbox"/>	Ferramentas de medição e técnicas	<input type="checkbox"/>	Reputação da empresa
<input type="checkbox"/>	Programas de redução de inventário	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	Estrutura técnica	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	Situação financeira	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	Custo total em treinamento	<input type="checkbox"/>	

Fonte: Elaborado pelo autor, com base em Rezaei e Ortt (2012); Osiro, Lima-Junior e Carpinetti (2018); e Torrez-Ruiz e Ravindran (2018).

Tabela 2 - Lista de critérios da dimensão "disposição para colaborar"

<input type="checkbox"/>	Esforço para reduzir desperdício de materiais	<input type="checkbox"/>	Impressão
<input type="checkbox"/>	Disposição para investir em um equipamento específico	<input type="checkbox"/>	Padrões éticos
<input type="checkbox"/>	Comprometimento em ações <i>green</i>	<input type="checkbox"/>	Relacionamento de longo prazo
<input type="checkbox"/>	Comprometimento com a sustentabilidade	<input type="checkbox"/>	Atitude
<input type="checkbox"/>	Comprometimento em redução de custos	<input type="checkbox"/>	Conformidade de procedimentos de <i>compliance</i>
<input type="checkbox"/>	Confiança do serviço	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	Habilidade para trabalho em equipe	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	Investimento em responsabilidade social	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	Comprometimento com a qualidade	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	Esforço para promover princípios JIT	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	Disposição para compartilhar informações, ideias, tecnologia e economia de custos	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	Honestidade	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	Auditorias de segurança	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	Facilidade de comunicação	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	Abertura para visita da fábrica e avaliação	<input type="checkbox"/>	

Fonte: Elaborado pelo autor, com base em Rezaei e Ortt (2012); Osiro, Lima-Junior e Carpinetti (2018); e Torrez-Ruiz e Ravindran (2018).

B) Peso dos critérios escolhidos

Para definir o peso dos critérios escolhidos, os entrevistados devem indicar na Tabela 3 e na Tabela 4 um ou mais termos linguísticos para cada critério, tendo como base a escala de termos e expressões apresentada na Figura 1 e exemplificada no Quadro 1:

Fonte: Proposto pelo autor.

C) Desempenho dos fornecedores quanto aos critérios escolhidos

Os entrevistados avaliarão o desempenho de cada fornecedor em relação aos critérios definidos, para isso eles deverão preencher a Tabela 5 e a Tabela 6, a atribuição dos julgamentos linguísticos seguirá a mesma lógica da Figura 1 e do Quadro 1.

Tabela 5 - Atribuição de julgamentos linguísticos para os fornecedores quanto aos critérios da dimensão "capacidades"

Dimensão "capacidades"						
Crêterios escolhidos	Julgamentos linguísticos dos fornecedores					
	A1	A2	A3	A4	A5	A6

Fonte: Proposto pelo autor.

Tabela 6 - Atribuição de julgamentos linguísticos para os fornecedores quanto aos critérios da dimensão "disposição para colaborar"

Dimensão "disposição para colaborar"						
Critérios escolhidos	Julgamentos linguísticos dos fornecedores					
	A1	A2	A3	A4	A5	A6

Fonte: Proposto pelo autor.