



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

INGRID SAIALA CAVALCANTE DE SOUZA FEITOSA

**MODELO PARA AVALIAÇÃO DE MATURIDADE NO GERENCIAMENTO DE
RISCO NA CADEIA DE SUPRIMENTOS: *UMA ABORDAGEM DE CLASSIFICAÇÃO
MULTICRITÉRIO***

Caruaru

2019

INGRID SAIALA CAVALCANTE DE SOUZA FEITOSA

MODELO PARA AVALIAÇÃO DE MATURIDADE NO GERENCIAMENTO DE RISCO NA CADEIA DE SUPRIMENTOS: *UMA ABORDAGEM DE CLASSIFICAÇÃO MULTICRITÉRIO*

Dissertação de Mestrado apresentada à UFPE para a obtenção de grau de Mestre como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção do Centro Acadêmico do Agreste.

Área de Concentração: Otimização e Gestão da Produção.

Orientador: Prof^o. Dr. Adiel Teixeira de Almeida Filho

Caruaru

2019

Catálogo na fonte:
Bibliotecária – Paula Silva - CRB/4 - 1223

F311m Feitosa, Ingrid Saiala Cavalcante de Souza.
 Modelo para avaliação de maturidade no gerenciamento de risco na cadeia de
 suprimentos: uma abordagem de classificação multicritério. / Ingrid Saiala Cavalcante de
 Souza Feitosa. – 2019.
 85 f.; il.: 30 cm.

 Orientador: Adiel Teixeira de Almeida Filho.
 Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, CAA, Mestrado em
 Engenharia de Produção, 2019.
 Inclui Referências.

 1. Administração de risco (Pernambuco). 2. Processo decisório por critério múltiplo.
 3. Vestuário – Indústria (Pernambuco). 4. Avaliação (Pernambuco). I. Almeida Filho, Adiel
 Teixeira de (Orientador). II. Título.

CDD 658.5 (23. ed.)

UFPE (CAA 2019-018)

INGRID SAIALA CAVALCANTE DE SOUZA FEITOSA

MODELO PARA AVALIAÇÃO DE MATURIDADE NO GERENCIAMENTO DE RISCO NA CADEIA DE SUPRIMENTOS: *UMA ABORDAGEM DE CLASSIFICAÇÃO MULTICRITÉRIO*

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção do Centro Acadêmico do Agreste da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Aprovada em: 20/02/2019.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Adiel Teixeira de Almeida Filho (Orientador)

Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Rodrigo Sampaio Lopes (Examinador Interno)

Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Luiz Cesar Ribeiro Carpinetti (Examinador Externo)

Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelo privilégio de concluir mais essa etapa em minha formação acadêmica possibilitando-me crescer pessoal e profissionalmente. Por ser minha fonte de força em todos os momentos e abençoar minha vida com pessoas que são retrato do Seu Amor e cuidado para comigo e com quem posso dividir essa conquista.

À minha família, em especial meus pais e meu irmão, por sempre me apoiarem, por seu amor e paciência em todos os momentos. Vocês são a minha base, para vocês todo o meu amor.

Aos meus amigos, àqueles que trilham esse caminho comigo desde a graduação, àqueles que ganhei na turma de 2017 do PPGEP-CAA, entre esses meus 'vizinhos' de laboratório, sempre presentes compartilhando momentos difíceis e cada conquista. Vocês fizeram os dias, os almoços, esses dois anos mais leves e alegres. Amizades que ficam para a vida.

Ao meu orientador, pela grande oportunidade de crescimento, pela dedicação e confiança em minha capacidade. Sinto-me muito feliz e grata por todo o aprendizado e pelo trabalho que foi possível construir.

Aos professores e funcionários do PPGEP-CAA por sua dedicação, suporte e todo o conhecimento transmitido.

Às organizações do APL de confecções do Agreste de Pernambuco que gentilmente disponibilizaram seu tempo para participação nessa pesquisa.

À Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia de Pernambuco (FACEPE) pelo apoio financeiro que tornou possível o desenvolvimento desse trabalho.

RESUMO

Gerenciar riscos é de extrema importância para garantir o atendimento ao consumidor final e a manutenção da posição organizacional no mercado. Essa realidade é especialmente complexa para cadeias de suprimentos, redes de organizações que inclui fabricantes, fornecedores, varejistas, envolvidos nos processos de agregação de valor que resultam na entrega do produto acabado ao cliente final. Os riscos presentes nessas cadeias estão ligados às suas vulnerabilidades e representam fatores que podem causar desvios no desempenho esperado das organizações na gestão dos fluxos de materiais, informação e financeiro nos sentidos *upstream* e *downstream*. Uma organização madura possuirá um nível de integração e coordenação de seus processos que permitirá identificar, avaliar, monitorar e responder aos riscos inerentes ao seu contexto. Para auxiliar as organizações na avaliação de sua maturidade, esse trabalho propôs a elaboração de modelo de maturidade do gerenciamento de risco na cadeia de suprimentos e a classificação de organizações nos níveis desse modelo através de modelo de apoio à decisão multicritério, empregando o método FTOPSIS-Class. Tratou-se de abordagem inédita, visto que apesar de haver amplo volume de publicações referentes à gestão de cadeias de suprimento e gerenciamento de riscos não se identificou na literatura modelo de maturidade que enfocasse a gestão dos riscos nessa cadeia como esse trabalho abordou. O trabalho traz um referencial teórico que embasou seu desenvolvimento, revisão da literatura para identificação de modelos de maturidade existentes, elaboração e apresentação do modelo de maturidade teórico e do modelo de apoio à decisão e aplicação. Os resultados da aplicação foram obtidos com avaliações simuladas de organizações e, para resultados mais realísticos, buscou-se a aplicação em indústrias do Arranjo Produtivo Local (APL) Têxtil do Agreste de Pernambuco, estrutura determinante para a economia da região e que se encontra em evolução, expandindo do mercado regional, para atender aos mercados nacional e internacional. O modelo de maturidade estruturado possui quatro níveis de maturidade, avaliados segundo critérios nas dimensões Riscos Gerenciados, Processo de Gestão de Risco e Suporte Organizacional. A classificação obtida com o modelo de apoio à decisão multicritério apresentou resultados consistentes e demonstrou a aplicabilidade do modelo. Destaca-se ainda a possibilidade de replicação nas mais diversas organizações.

Palavras-chave: Cadeia de suprimentos. Gestão de risco. Modelo de maturidade. Classificação ordinal. FTOPSIS-Class.

ABSTRACT

Managing risks is extremely important to ensure end-customer service and maintenance of organizational position in the market. This reality is especially complex for supply chains, networks of organizations including manufacturers, suppliers, retailers, involved in the value-adding processes that result in delivery finished product to the end customer. The risks in these chains are related to their vulnerabilities and represent factors that can cause deviations in the expected performance of organizations in the management of material, information and financial flows in the upstream and downstream directions. A mature organization will have a level of integration and coordination of its processes which will identify, evaluate, monitor and respond to the risks inherent to its context. To help organizations evaluate their maturity, this paper proposes the elaboration of a supply chain risk management maturity model and the classification of organizations at the levels of this model through a multi-criteria decision support model, using the method FTOPSIS -Class. This was an unprecedented approach since despite the large volume of publications regarding the management of supply chains and risk management, it was not identified in the literature maturity model that focused on risk management in this chain as discussed here. This work has a theoretical framework that supports its development, a literature review for identification of existing maturity models, the elaboration and presentation of theoretical maturity model and decision support model and an application. The results of the application were obtained initially with simulated evaluations of organizations and, for more realistic results, it has been applied within the local production cluster of textile industries of Pernambuco. This cluster is the most influential structure for the economy of the region and it is evolving, expanding from the regional market, to serve the national and international markets. The structured maturity model has four levels of maturity, evaluated according to criteria in the Risks Managed, Risk Management Process and Organizational Support dimensions. The classification obtained with the multicriteria decision support model presented consistent results and demonstrated the applicability of the model. It is also worth mentioning the possibility of replication in the most diverse organizations.

Keywords: Supply chain. Risk management. Maturity model. Sorting. FTOPSIS-Class.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 –	Etapas de desenvolvimento da pesquisa.....	17
Figura 2 –	Número <i>fuzzy</i> trapezoidal ã	28
Figura 3 –	Etapas da revisão sistemática	33
Figura 4 –	Total de artigos obtidos	35
Gráfico 1 –	Quantidade de publicações por ano considerado na revisão	35
Gráfico 2 –	Distribuição dos artigos por periódico	36
Gráfico 3 –	Volume de publicações na base de dados <i>Scopus</i> em relação aos países de origem	37
Gráfico 4 –	Volume de publicações base de dados <i>Web of Science</i> em relação aos países de origem.....	38
Gráfico 5 –	Métodos de pesquisa presentes nas publicações avaliadas.	39
Gráfico 6 –	Número de citações das publicações consideradas	40
Figura 5 –	Framework para avaliação de maturidade em cadeias de suprimento.....	49
Figura 6 –	Critérios e subcritérios para avaliação dos níveis de Maturidade.....	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Modelos de Maturidade para Gestão da Cadeia de Suprimentos (Continua).....	22
Tabela 2 –	<i>Search strings</i> utilizadas na revisão sistemática	34
Tabela 3 –	Níveis dos Modelos de Maturidade identificados	43
Tabela 4 –	Níveis de Maturidade no Gerenciamento de Risco na Cadeia de Suprimentos	46
Tabela 5 –	Variáveis linguísticas	53
Tabela 6 –	Avaliação dos critérios para cada nível do modelo de maturidade	54
Tabela 7 –	Matriz de Decisão <i>Fuzzy</i>	58
Tabela 8 –	Matriz de decisão <i>fuzzy</i> normalizada	60
Tabela 9 –	Matriz de decisão <i>fuzzy</i> normalizada ponderada	61
Tabela 10 –	Classificação das alternativas com os resultados do <i>CCip</i>	62
Tabela 11 –	Resultados da Análise de Sensibilidade	64

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
1.1	Justificativa.....	13
1.2	Objetivos.....	15
1.2.1	Objetivo geral.....	15
1.2.2	Objetivos específicos.....	16
1.3	Metodologia.....	16
1.4	Estrutura da dissertação.....	17
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	18
2.1	Cadeia de Suprimentos e sua gestão.....	18
2.2	Gestão do Risco na Cadeia de Suprimentos (GRCS).....	19
2.3	Modelos de Maturidade e aplicação em Cadeias de Suprimentos.....	21
2.4	Métodos Multicritério de Apoio a Decisão (<i>Multicriteria Decision Aid</i> – MCDA) e a problemática de classificação.....	23
2.5	Teoria Fuzzy (<i>Fuzzy Set Theory</i>).....	26
2.6	<i>Fuzzy Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution</i> (FTOPSIS) para Classificação – FTOPSIS-Class.....	29
3	REVISÃO NA LITERATURA PARA MODELOS DE MATURIDADE NA GESTÃO DE RISCO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS.....	32
3.1	Avaliação da maturidade do gerenciamento de riscos na cadeia de suprimentos.....	41

3.2	Características dos Modelos de Maturidade identificados na revisão da literatura	42
4	CONSTRUÇÃO DO MODELO DE MATURIDADE PARA GERENCIAMENTO DE RISCO NA CADEIA DE SUPRIMENTOS.....	45
4.1	Modelo de Maturidade para GRCS.....	45
4.2	Estruturação do Modelo de Apoio à Decisão Multicritério.....	47
4.3	Modelo de Decisão Multicritério para Classificação de Organizações Integrantes de Cadeia de Suprimentos em níveis de Modelo de Maturidade para GRCS.....	50
5	MODELO DE MATURIDADE PARA GRCS – APLICAÇÃO EM ORGANIZAÇÕES DO APL DE CONFECÇÕES DE PERNAMBUCO.....	55
5.1	Ambiente de estudo e organizações pesquisadas.....	55
5.2	Aplicação do modelo de maturidade para GRCS.....	56
5.3	Resultados obtidos.....	59
5.4	Análise de cenário.....	64
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	66
6.1	Implicações gerenciais.....	67
	REFERÊNCIAS.....	68
	APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO.....	79

1 INTRODUÇÃO

Uma Cadeia de Suprimentos (*Supply Chain*) é uma rede de organizações envolvidas nos processos e atividades de agregação de valor que resultam na entrega de um produto acabado ao cliente final. Essa rede inclui fornecedores, fabricantes, distribuidores, varejistas, operadores logísticos (SODHI; TANG, 2012), que interagem nos sentidos *downstream* (atender ao consumidor final) e *upstream* (relacionamento com fornecedores) (CHRISTOPHER, 2010). O gerenciamento da cadeia de suprimentos envolve a gestão dos fluxos de material, informação e financeiros através dessa rede de organizações que constitui a cadeia, e inclui a coordenação e colaboração em processos e atividades em diferentes funções como vendas, produção, aquisição, logística, finanças e tecnologia da informação (TANG, 2006; SODHI; TANG, 2012). Essa gestão exige que as organizações tenham uma visão de longo prazo capaz de abranger todos os processos envolvidos na transformação das matérias primas em produtos acabados (SCHOENHERR; TUMMALA, 2008).

A literatura referente à Gestão da Cadeia de Suprimentos relaciona risco a vulnerabilidades nessa cadeia, sendo este fator entendido como um desvio do valor esperado para certa medida de desempenho, que resulta em consequências indesejáveis para uma organização (CHRISTOPHER; PECK, 2004; WAGNER; BODE, 2008). Quanto maior for o nível de integração e coordenação na cadeia de suprimentos, mais efetiva será a forma como ela responde aos riscos. Para que atinja uma integração completa, operando efetivamente, uma cadeia de suprimentos deve ser capaz de gerenciar custos, demandas do mercado e riscos (CHRISTOPHER; PECK, 2004).

O nível de maturidade em que uma organização se encontra está relacionado à sua integração e coordenação, refletindo no seu desempenho e na gestão dos riscos. Afirmar que um processo atingiu a maturidade indica que este é bem compreendido e suportado por documentação e treinamento, sendo aplicado de forma consistente na organização e continuamente monitorado e melhorado (FRASER; MOULTRIE; GREGORY, 2002). Nesse sentido, o emprego de modelos de maturidade possibilita avaliações e desenvolvimento de *frameworks* para melhorias e pode focar, por exemplo, a informatização, os estágios da aquisição, o gerenciamento da cadeia de suprimentos ou a integração interna e externa através de modelos de planejamento de vendas e operações (S&OP) (MENDES JR et al., 2016).

Partindo do exposto, esse trabalho propôs a elaboração de modelo de maturidade para cadeia de suprimentos que avalie a maturidade da gestão de riscos em organizações integrantes dessa cadeia. Observou-se para isso, se haviam e qual a estrutura e características dos modelos de maturidade para gestão de risco na cadeia de suprimentos disponíveis na literatura, as diretrizes propostas pela NBR ISO 31000:2018, assim como modelos de maturidade para gestão da cadeia de suprimentos. Construiu-se o modelo de maturidade teórico e elaborou-se um modelo de apoio à decisão multicritério que permite classificar organizações quanto ao seu gerenciamento de riscos, dentro dos níveis do modelo. Trata-se de proposta inédita para a gestão de risco na cadeia de suprimentos, visto que não se identificou na literatura consultada modelos de maturidade que abordem o gerenciamento de risco nessa cadeia como proposto aqui, nem o emprego de métodos de apoio à decisão multicritério lidando com a classificação de organizações em níveis de maturidade.

As características que identificam e/ou diferenciam cada um dos níveis do modelo de maturidade elaborado foram expressas em critérios, que possibilitaram a avaliação para classificação das organizações dentro desses níveis, através do modelo de decisão multicritério. A problemática proposta, de classificação, tem como objetivo alocar ações ou alternativas em categorias pré-definidas, níveis do modelo de maturidade no contexto apresentado. Para essa finalidade foi empregado o FTOPSIS-Class (FERREIRA et al., 2018), Método Multicritério de Apoio a Decisão (*Multicriteria Decision Aid – MCDA*) que atende a problemática descrita e se destacou pela clareza de sua lógica e emprego de variáveis linguísticas e números *fuzzy*, permitindo captar imprecisões do julgamento humano na avaliação dos critérios e alternativas.

Elaborou-se o modelo de forma que seja possível aplicá-lo em organizações de diversos setores e realizou-se uma aplicação real no Arranjo Produtivo Local de Confecções (ou têxtil) localizado na região Agreste do estado de Pernambuco. Esse Arranjo Produtivo Local é de grande importância econômica para a região e encontra-se em evolução, com suas organizações atingindo mercados regionais e com foco na expansão para mercados nacionais e internacionais. Nesse cenário, é de grande relevância avaliar o gerenciamento de risco das organizações integrantes de sua cadeia de suprimentos. Determinar o nível de maturidade dessa gestão permitirá compreender o grau de desenvolvimento dos processos de gerenciamento de risco em suas organizações e direcionar como maior clareza as ações para melhoria desses processos.

Dessa forma, reforça-se o valor do Modelo de Maturidade para Gerenciamento de Risco na cadeia de suprimentos desenvolvido por sua contribuição para uma área de crescente

importância organizacional, e também de crescente complexidade devido à expansão das redes de suprimentos. Assim como pela sua inovação nas pesquisas acadêmicas referentes à gestão de risco no contexto de cadeias de suprimentos, abrindo caminhos para novas aplicações de métodos como o MCDA empregado e desenvolvimentos para o aprimoramento do modelo apresentado aqui.

1.1 Justificativa

Os riscos na cadeia de suprimento, à nível micro ou macro, podem trazer efeitos adversos nas mais variadas parcelas da cadeia, levando, por exemplo, a falhas de nível operacional, tático ou estratégico (HO et al., 2015). Assim, a gestão das organizações precisa estar apta a gerenciar os fatores que põem em risco o alcance de seus objetivos. Isso apresenta-se de forma desafiadora nas cadeias de suprimento, em que os fluxos de informação, material e financeiro extrapolam limites organizacionais e, muitas vezes, fronteiras nacionais. É um ambiente complexo que exige atitudes proativas dos gestores para que se evite a perda de valor dos negócios, identificando-se alternativas de ação antes ou durante a ocorrência de mudanças nos fluxos normais na sua cadeia de suprimentos e ambiente (HECKMANN; COMES; NICKEL, 2015).

Entretanto, Sáenz; Revilla; Acero (2018) afirmam que a gestão de risco na cadeia de suprimentos ainda é um campo relativamente pouco explorado, o que seria uma das razões pelas quais organizações tem dificuldade em responder a interrupções em sua rede. Nesse sentido a avaliação de maturidade constituiria a base para que a organização possa obter uma visão clara de sua situação atual e das forças e fraquezas do contexto avaliado, por exemplo, tem-se seu emprego na mitigação de riscos potenciais de Tecnologia da Informação (CARCARY, 2012) e na implementação de ERM (ZHAO et al., 2013).

Dito isso, avaliar o gerenciamento de risco de organizações integrantes de cadeia de suprimentos, com a identificação do nível de maturidade em que essa gestão se encontra, possibilita direcionar decisões sobre quais práticas de gerenciamento de risco e melhorias devem ser priorizadas e onde aplicá-las. Isso permite o aprimoramento da gestão de riscos e de sua influência sobre os objetivos organizacionais, de forma a apoiar a permanência das organizações no mercado e a manutenção da competitividade.

Há um volume de produção científica considerável na área de cadeias de suprimentos, sua gestão e de gerenciamento de risco, com publicações com as mais variadas abordagens referentes a essa cadeia, como pode ser visto em maior detalhe no Capítulo 3 desse trabalho. Entretanto a consulta à literatura científica não identificou modelo de maturidade que avaliasse a gestão de risco na cadeia de suprimentos como desenvolvido aqui. Ainda, o emprego de Método Multicritério de Apoio a Decisão para classificação das organizações nos níveis de maturidade do modelo elaborado também se destaca pois é uma abordagem que até então não havia sido empregada para avaliação em modelos de maturidade. Dessa forma ressalta-se o valor da contribuição do modelo proposto por sua inovação e foco em área de clara relevância e crescente complexidade para os gestores. Considerando o exposto, o modelo foi desenvolvido de forma a possibilitar sua replicação em diversos setores produtivos.

Para ilustrar seu emprego e avaliar a aplicabilidade do modelo considerou-se o Arranjo Produtivo Local de Confeções do Agreste de Pernambuco, dada a relevância desse tipo de estrutura para o país. O Brasil, segundo último recenseamento de 2015, conta com 677 Arranjos Produtivos Locais (APL), responsáveis pela geração de 3.051.244 empregos diretos (BRASIL, 2018). O SEBRAE (2003) define um APL como um aglomerado de empresas localizadas em um mesmo território e que apresentam especialização produtiva e mantêm algum vínculo de articulação, interação, cooperação e aprendizagem entre si e com outros atores locais. Esse fenômeno pode receber ainda as denominações de sistema produtivo local ou *cluster*, porém o termo Arranjo Produtivo Local é o mais difundido no país (OBAPL, 2011).

Na região Nordeste do Brasil estão localizados 31% dos APLs existentes no país (BRASIL, 2018). No estado de Pernambuco essa realidade é representada principalmente pelos Arranjos Produtivos Locais de Confeção, na região Agreste Central e Setentrional; de Gesso, na região do Araripe; de Laticínios no Agreste Central e Meridional e de Vitivinicultura, no Sertão do São Francisco. O APL de Confeções do Agreste Pernambucano é um dos que mais se destaca, responsável pela maior parte da produção têxtil do estado, com uma estimativa de pelo menos 14000 empreendimentos, entre formais e informais, e uma produção expressiva que atrai consumidores de todo o Nordeste e ainda de outras regiões do país, principalmente Norte e Centro-Oeste (NTCPE, 2018).

A maior concentração de unidades produtivas do APL Agreste encontra-se nas cidades de Santa Cruz do Capibaribe, Caruaru e Toritama, que formaram o núcleo original do chamado Polo de Confeções, constituído hoje por um total de dez cidades (SEBRAE, 2013). Os

municípios de Caruaru, Santa Cruz do Capibaribe e Toritama respondem, respectivamente, por 29%, 24% e 6% da quantidade de peças de vestuário confeccionadas no estado de Pernambuco, cuja indústria têxtil e de confecções produziu, em 2016, um volume de 46 mil toneladas de têxteis básicos (malharia, fiações) e 256 milhões de peças acabadas (IEMI, 2017). Segundo o ITEP (2018), o APL de Confecções do Agreste produz peças de vestuário que atendem o mercado regional e encontra-se em evolução, numa fase de transição do seu negócio original, como foco no baixo custo, atingindo apenas o mercado regional, para fornecer ao mercado de moda com qualidade nos âmbitos regional, nacional e internacional.

A consolidação de um APL estabelece um importante instrumento para o desenvolvimento regional, por exemplo, com o desenvolvimento de vocações microrregionais, agregação de valor aos produtos, diversificação da base produtiva, integração do espaço econômico da região e suporte a mudanças na estrutura socioeconômica regional, como melhorias na qualidade do emprego, nos salários e na qualificação técnica da mão de obra (COSTA, 2010). Entretanto, além das particularidades típicas do setor de vestuário, como os elevados níveis de competitividade do mercado de moda, a busca constante por novas tendências e diferenciação e produtos com ciclo de vida reduzido (NGAI et al., 2014) que trazem complexidade à gestão da cadeia de suprimentos, as organizações do APL em questão possuem baixo nível de coordenação e integração, o que eleva o grau de exposição a riscos e torna sua gestão desafiadora. Esses fatores expressam a importância do tipo de avaliação proposto pelo modelo para esse contexto. Esse tipo de diagnóstico traz informações relevantes para as decisões gerenciais e/ou ainda para o poder público, na identificação das alternativas de ação mais indicadas para fornecer suporte a essas estruturas de desenvolvimento regional.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Elaborar Modelo de Maturidade para Gestão de Risco na Cadeia de Suprimentos e construir modelo de decisão multicritério que permita a avaliação do nível de maturidade de organizações com posterior aplicação do mesmo.

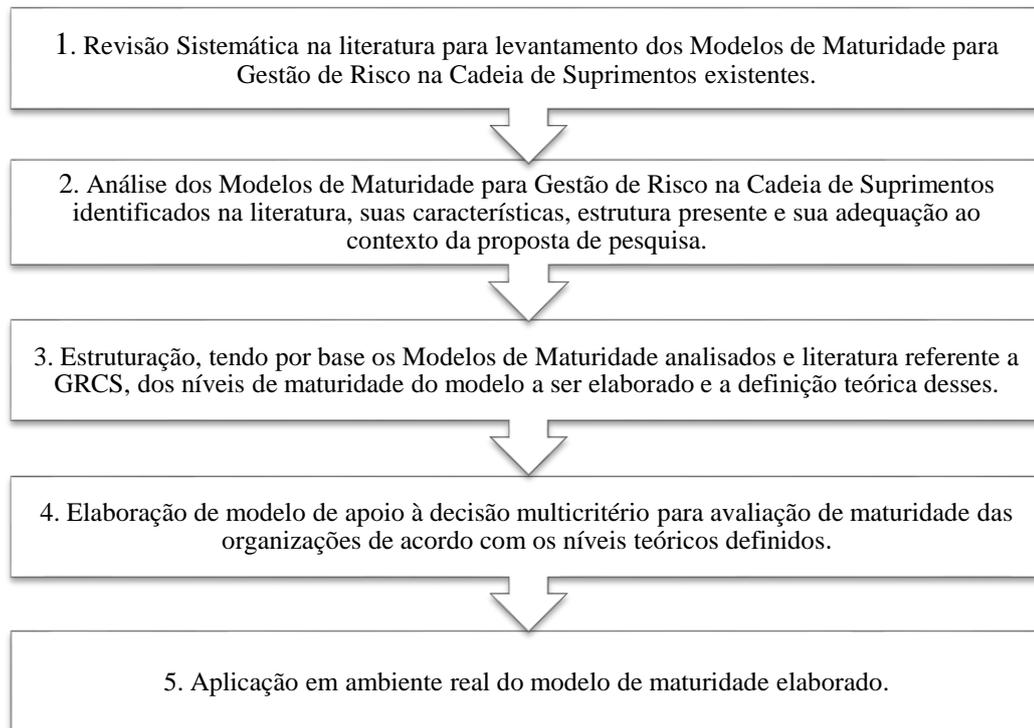
1.2.2 Objetivos Específicos

- Realizar revisão na literatura para identificação das contribuições existentes na área de Modelos de Maturidade para Gerenciamento de Risco na Cadeia de Suprimentos.
- Identificar na literatura estrutura e características dos processos de gestão de riscos, bem como técnicas e ferramentas que emprega.
- Elaborar Modelo de Maturidade e modelo de apoio à decisão multicritério para avaliação de maturidade das organizações.
- Aplicar modelo em organizações do APL de confecções do Agreste Pernambucano.

1.3 Metodologia

A elaboração de modelo que permita avaliar o nível de maturidade do gerenciamento de risco na cadeia de suprimentos (GRCS) considerou as etapas propostas por Lahti, Shamsuzzoha e Helo (2009), Mendes Jr., Leal e Thomé (2016) e Nord, Dorbecker e Bohmann (2016) para estruturação de modelos de maturidade. Nessas metodologias observam-se, por exemplo, as etapas de levantamento e avaliação dos modelos pré-existentes; de elaboração ou definição dos níveis ou estágios de maturidade para o modelo; e de aplicação ou implementação do mesmo. A partir do observado desses autores, elaborou-se as etapas metodológicas para o desenvolvimento dessa pesquisa. As etapas definidas são apresentadas na Figura 1 a seguir.

Figura 1 – Etapas de desenvolvimento da pesquisa.



Fonte: A Autora (2019)

1.4 Estrutura da Dissertação

Esse trabalho está organizado em seis capítulos. Inicialmente tem-se Introdução, Capítulo 1, onde se expôs uma breve contextualização, objetivos, justificativa, metodologia empregada e descrição da estrutura do trabalho. Segue-se o Referencial Teórico, Capítulo 2, que traz as bases para compreensão dos conceitos de cadeia de suprimentos, sua gestão e gerenciamento de riscos e estruturação de modelos de maturidade nesse contexto. Além dos conceitos referentes a MCDA, destacando-se a problemática de classificação, Teoria *Fuzzy* e o método FTOPSIS-Class. No Capítulo 3 tem-se uma revisão da literatura para modelos de maturidade para gestão de risco na cadeia de suprimentos.

A construção do modelo de maturidade proposto é apresentada no Capítulo 4, com a definição teórica dos níveis e elaboração do modelo de apoio à decisão multicritério para a problemática de classificação. O Capítulo 5 traz uma aplicação real do modelo elaborado e o Capítulo 6 conclui esse trabalho, com as conclusões e considerações finais. Tem-se ainda o Apêndice A, onde se apresenta o instrumento de pesquisa elaborado para coletar as avaliações das organizações nos critérios do modelo de maturidade.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesse capítulo são apresentadas as bases teóricas da construção dessa dissertação. Inicialmente serão expostos os conceitos referentes a cadeia de suprimentos, seu gerenciamento e o gerenciamento dos riscos inerentes a seu contexto. Em seguida são enfocados modelos de maturidade e a estruturação desses para essas cadeias. As últimas três seções do capítulo trazem o embasamento para o emprego de método Multicritério de Apoio à Decisão (*Multicriteria Decision Aid* – MCDA), com destaque para a problemática de classificação, emprego da Teoria de Conjuntos *Fuzzy* e apresentação do método multicritério selecionado.

2.1 Cadeia de Suprimentos e sua gestão

Uma Cadeia de Suprimentos (*Supply Chain*) constitui-se numa rede de organizações envolvidas nos diferentes processos e atividades, nos sentidos *upstream* (em direção aos fornecedores) e *downstream* (em direção ao cliente final), que agregam valor na forma de produtos e serviços, com foco no atendimento do consumidor final (CHRISTOPHER, 2010). É o conjunto de organizações ou indivíduos diretamente envolvidos nos fluxos de produtos, serviços, finanças e/ou informação, nos sentidos *downstream* e *upstream*, e no fluxo reverso (MENTZER et al., 2001). Essa definição básica de cadeia de suprimentos é a largamente aceita atualmente (ELLRAM; COOPER, 2014).

A denominação cadeia de suprimentos poderia ser substituída por Rede de Suprimentos, que melhor transmite a ideia da presença de múltiplos relacionamentos entre fornecedores e clientes em vários níveis do sistema total (CHRISTOPHER, 2010). Apesar de menos difundida no meio profissional e acadêmico, a denominação Rede de Suprimentos é importante por melhor representar a complexidade de processos e cadeias, que não são lineares, pelo contrário, os fluxos de produtos, e informações que os acompanham, navegam internamente e entre os integrantes de uma rede que engloba organizações, indústrias, mercado (CHRISTOPHER; PECK, 2004)

A Gestão da Cadeia de Suprimentos (*Supply Chain Management*) pode ser definida como a tarefa de integrar unidades organizacionais ao longo da cadeia, coordenando os fluxos financeiros, de materiais e de informação, possibilitando o atendimento à demanda e a manutenção da competitividade (SODHI, TANG, 2012; STADTLER, 2015). Ela não lida

apenas com atributos e atividades tangíveis, como a distribuição física e administração de materiais, atribuídas à Logística, mas compreende ainda dimensões comportamentais e intangíveis, como a gestão de relacionamentos com o consumidor (RITCHIE; BRINDLEY, 2007).

Essa gestão deve dar suporte à vantagem competitiva da organização, trazendo consigo conceitos como transparência da informação, segmentação de fornecedores, serviço ao consumidor, qualidade, aprimoramento da comunicação e gestão de inventário (ELLRAM; COOPER, 2014). A gestão da cadeia de suprimentos é o gerenciamento dos relacionamentos entre fornecedores e consumidores (*upstream* e *downstream*) visando obter resultados lucrativos para todas as partes da cadeia, o que exige muitas vezes abrandar interesses individuais de uma parte objetivando o interesse da cadeia como um todo (CHRISTOPHER, 2010).

2.2 Gestão do Risco na Cadeia de Suprimentos (GRCS)

Cadeias de suprimentos ou, considerando a amplitude da definição, redes de suprimentos, existem em um ambiente cada vez mais complexo. Produtos com ciclo de vida mais curtos, flutuações na demanda, a opção por estratégias de globalização, como o uso de fornecedores globais, e a terceirização trazem complexidade à cadeia, além de requererem a expansão da rede de suprimentos (TANG; NURMAYA MUSA, 2011). O contexto em que as cadeias de suprimentos estão atualmente inseridas exige que elas sejam mais eficientes e responsivas, ao mesmo tempo em que causa o aumento da sua fragilidade e vulnerabilidade a interrupções (WAGNER; BODE, 2008) uma vez que se ampliam também os riscos à que as organizações estão expostas.

O risco na cadeia de suprimentos está associado à ocorrência de eventos que causem interrupções do fluxo normal ou esperado nos processos, e é caracterizado pela sua probabilidade de ocorrência e pela intensidade, ou impacto, das consequências relacionadas à sua ocorrência (RITCHIE, BRINDLEY, 2007; TANG, NURMAYA MUSA, 2011; HECKMANN, COMES, NICKEL, 2015). Os riscos na cadeia de suprimentos podem ser classificados em riscos operacionais e riscos de interrupções, estando o primeiro relacionado a incertezas inerentes ao processo, como incerteza de demanda ou de fornecimento, enquanto o segundo refere-se a rupturas causadas por desastres naturais ou ação humana, imprevisíveis e

frequentemente de alto impacto, como terremotos, inundações, ataques terroristas (TANG, 2006; SODHI, TANG, 2012).

Os riscos operacionais definidos por Tang (2006) dizem respeito a incertezas de demanda, incertezas de fornecimento, *lead times* incertos (estocásticos), capacidade de oferta incerta e custos de fornecimento incertos. Wagner e Bode (2008) afirmam que as fontes de risco na cadeia de suprimentos podem ser internas ou externas à cadeia e às empresas que a integram, sendo divididas em cinco classes: riscos da demanda, riscos do fornecimento, riscos regulatórios, legais ou burocráticos, riscos de infraestrutura e riscos de catástrofes. Tang e Nurmaya Musa (2011) identificam riscos no fluxo de material, envolvendo movimentação física internamente e entre os integrantes da cadeia; no fluxo de informação, abrangendo acurácia das informações e segurança dos sistemas de informação, por exemplo; e financeiro, compreendendo, entre outros, riscos de preços e custos, capacidade de liquidar pagamentos e taxas de câmbio.

Tummala e Schoenherr (2011) realizaram uma compilação dos riscos da cadeia de suprimentos apresentados em estudos prévios, com uma categorização. Segundo os autores, os riscos podem ser divididos nas seguintes categorias: riscos de demanda, riscos de *delay*, riscos de interrupção, riscos de inventário, riscos de degradação da fabricação (processo), riscos da planta física (capacidade), riscos de fornecimento (aquisição), riscos do sistema, riscos soberanos e riscos de transporte. A categorização de riscos proposta por Sodhi e Tang (2012) segue o que os autores chamam de organização da cadeia de suprimentos, o que facilitaria a identificação de quem é responsável por gerir e responder a cada tipo de risco. As categorias apresentadas são o risco de fornecimento, risco de processo e risco de demanda, além dos riscos a nível corporativo, que se aplicam à organização como um todo.

De acordo com Sodhi; Son e Tang (2012), em sua análise de diferentes perspectivas de pesquisadores em relação à Gestão de Risco na Cadeia de Suprimentos (GRCS) observou-se que ainda não há um consenso claro quanto à sua definição. Essa seria uma lacuna a ser preenchida em pesquisas futuras. Não é interessante pensar nessa gestão apenas como uma extensão da gestão da cadeia de suprimentos que inclui risco. A gestão de risco na cadeia de suprimentos incorpora elementos de pelo menos três áreas, a Gestão da Cadeia de Suprimentos (*Supply Chain Management*), a Gestão de Risco Empresarial (*Enterprise Risk Management*) e o Gerenciamento de Crise (*Crisis Management*) (SODHI; TANG, 2012).

A GRCS pode ser vista como compreendendo quatro passos, ou quatro elementos principais, compartilhados com a *Enterprise Risk Management* (ERM). Os quatro elementos chave da GRCS são a identificação dos riscos; avaliação dos riscos; mitigação dos riscos; e resposta aos incidentes através de comunicação e coordenação, entre outros meios (SODHI et al., 2012; SODHI, TANG, 2012). A ERM traz que as organizações devem monitorar, analisar e controlar os riscos por toda a empresa, pois o aspecto chave é uma abordagem holística do gerenciamento de riscos, agregando os que seriam principais para a organização em um “portfólio” de riscos (FARRELL; GALLAGHER, 2015)

A NBR ISO 31000:2009 – Gestão de Riscos, afirma que o processo de gestão de risco deve envolver a aplicação lógica e sistemática de métodos, práticas, que possibilitem comunicação e consulta por todo o processo, estabelecimento de contexto, e avaliação, tratamento e monitoramento dos riscos, com registros e relatórios adequados dos resultados (ABNT, 2018). Essa gestão envolve a coordenação e colaboração entre os membros da cadeia para o gerenciamento dos riscos de modo a assegurar a lucratividade e a continuidade do sistema (TANG, 2006b).

2.3 Modelos de Maturidade e aplicação em Cadeias de Suprimentos

O surgimento dos modelos de maturidade deu-se a partir das áreas de Gestão da Qualidade, com Crosby (1979), e de desenvolvimento de softwares, com o *Capability Maturity Model* (CMM) do *Software Engineering Institute* (SEI) e suas versões. O modelo de Maturidade em Gerenciamento da Qualidade, de Crosby, representa a origem do conceito de maturidade como níveis em que um processo é documentado, planejado direcionado e monitorado (NORD; DORBECKER; BOHMANN, 2016), descrevendo o comportamento esperado da organização por cinco níveis de maturidade (FRASER; MOULTRIE; GREGORY, 2002). O CMM é baseado no conhecimento, avaliações e *feedbacks* adquiridos no processo de desenvolvimento de softwares e teve sua primeira versão apresentada e utilizada por desenvolvedores de software durante os anos de 1991 e 1992 (PAULK et al., 1993).

Modelos de maturidade caracterizam-se pela presença de diferentes níveis, geralmente de três a seis, nos quais uma organização, ou departamento, alvo de avaliação poderá ser identificada. A ideia principal presente no conceito de Maturidade é a noção de evolução, a passagem através de um número de estados intermediários no caminho para se atingir a

maturidade (LAHTI; SHAMSUZZOHA; HELO, 2009). Esse tipo de modelo pode ser empregado como forma de avaliação e como guia para melhorias (MENDES JR et al., 2016).

Fraser; Moultrie e Gregory (2002) propõem a divisão dos modelos de maturidade em três grupos: os grids de maturidade, os de estrutura análoga ao modelo CMM, ou os questionários baseados em escala Likert. O primeiro caso traz textos curtos que descrevem cada nível de maturidade, com grau de complexidade moderada, o modelo de Crosby (1979) é um exemplo, enquanto o segundo possui estrutura mais complexa, que envolve áreas de processos e especificação de práticas-chave para alcançar objetivos. No último grupo, tem-se questionamentos baseados em afirmações simples, a serem avaliadas pelo entrevistado numa escala de 1 a n , a partir do desempenho organizacional naquela questão. Há ainda a possibilidade de um modelo híbrido, que combine questionário e descrições dos níveis de maturidade.

A integração entre os membros de uma cadeia de suprimentos, que podem desenvolver entre si diferentes níveis de relacionamento, é dependente do grau de maturidade das organizações inseridas nessa cadeia. Maturidade numa cadeia de suprimentos implica em processos bem estruturados, que progridem em direção ao alcance dos objetivos organizacionais (LAHTI; SHAMSUZZOHA; HELO, 2009). A Tabela 1 abaixo apresenta as características de modelos de maturidade para Gestão da Cadeia de Suprimentos obtidos da literatura científica consultada.

Tabela 1 – Modelos de Maturidade para Gestão da Cadeia de Suprimentos (Continua)

Enfoque e referência	Abordagem/método	Nº de estágios	Estágios apresentados
Desenvolvimento de uma Cadeia de Suprimentos integrada – Stevens (1989).	Grid de Maturidade	4	(1) Linhas de base (<i>baseline</i>); (2) Integração funcional; (3) Integração Interna; (4) Integração externa.
Avaliação da maturidade com foco na introdução de tecnologia da informação na Cadeia de Suprimentos – Ayers; Malmberg (2002)	Grid de Maturidade	4	(1) Infraestrutura; (2) Redução de Custo; (3) Colaboração; (4) Contribuição Estratégica.

Tabela 1 – Modelos de Maturidade para Gestão da Cadeia de Suprimentos (Conclusão)

Enfoque e referência	Abordagem/método	Nº de estágios	Estágios apresentados
Modelo de maturidade com o emprego dos conceitos de <i>Business Process Orientation</i> (BPO) – Lockamy III; McCormack (2004)	Grid de Maturidade	5	(1) Ad hoc; (2) Definido; (3) Conectado (<i>linked</i>); (4) Integrado; (5) Estendido.
Maturidade da Cadeia de Suprimentos pela perspectiva de três dimensões: maturidade do ambiente (<i>Environment Maturity</i>), de recursos (<i>Resource Maturity</i>) e de gestão (<i>Management Maturity</i>) – Zhao et al. (2006).	CMM	4	Cada dimensão é classificada nos estágios de 1 a 4 (baixo a alto).
Modelo desenvolvido para adaptar-se às necessidades da empresa caso, com base em modelos elaborados anteriormente – Lahti; Shamsuzzoha; Helo (2009)	Grid de Maturidade	4	(1) Foco funcional; (2) Integração interna; (3) Integração externa; (4) Colaboração entre empresas.
<i>Supply Chain Capability Maturity Model</i> S(CM) ² construído com a aplicação do método Delphi (experts em Cadeia de Suprimentos) – Reyes, Giachetti, (2010)	CMM	5	(1)Indefinido; (2)Definido; (3) Manejável (<i>manageable</i>); (4) Colaborativo; (5) Condução (<i>leading</i>) – uma organização pode estar em diferentes níveis de maturidade para cada um dos diferentes pontos de vista definidos no modelo

Fonte: A Autora (2019)

2.4 Métodos Multicritério de Apoio a Decisão (*Multicriteria Decision Aid* – MCDA) e a problemática de classificação

Decisões são tomadas quando é preciso escolher entre duas ou mais opções, para definir *como* ou *se* é interessante executar algo. Elas estão presentes em todas as esferas da sociedade, seja no dia-a-dia organizacional, em setores públicos ou privados, seja na vida particular dos

indivíduos (ROY, 1996). Nas decisões em ambientes organizacionais existe uma apreensão quanto a como suas consequências irão impactar a organização e seu futuro, o que leva a preocupações com a construção de modelos de decisão e escolha de métodos que embasem o processo decisório (DE ALMEIDA, 2013).

Métodos de apoio ao processo decisório podem ser considerados genéricos pois aplicam-se a uma classe ampla de problemas de decisão (DE ALMEIDA, 2013), contudo, eles são utilizados na construção de modelos de decisão para problemas específicos, auxiliando nas repostas a questões levantadas pelos atores envolvidos no processo decisório (ROY, 1996). Um modelo é considerado um esquema representativo, formal e simplificado, de uma classe de fenômeno, tendo como propósitos essenciais a compreensão, o raciocínio e a comunicação sobre uma realidade (ROY, 1996; DE ALMEIDA, 2013). Quando o contexto do problema de decisão envolve múltiplos objetivos conflitantes entre si e mais de uma opção ou alternativa de ação tem-se um problema de decisão multicritério (BELTON; STEWART, 2002). A utilização de métodos MCDA, que possuem formulação metodológica e axiomática bem definida, é especificamente necessária quando os objetivos de um problema não puderem todos ser representados por uma mesma métrica, por exemplo, em unidades monetárias (DE ALMEIDA, 2013).

Os MCDA podem ser divididos em três grandes grupos principais: os métodos de agregação por critério único de síntese, a exemplo da Teoria da Utilidade Multiatributo (MAUT) e do Analytic Hierarchy Process (AHP), os métodos de sobreclassificação, como os das famílias PROMETHEE e ELECTRE e os métodos interativos, que dizem respeito, em sua maioria, a métodos de PLMO (Programação Linear Multi-objetivo) (DE ALMEIDA, 2013). Dada a diversidade de MCDA disponíveis, a seleção de um método apropriado, ou de uma combinação de métodos, dependerá do contexto em que o processo decisório está inserido (GREENE et al., 2011) e deve considerar fatores como a disponibilidade de informações requeridas e o grau de precisão destas, a racionalidade, que pode ser compensatória ou não compensatória, a estrutura de preferências do decisor e a problemática em questão (DE ALMEIDA, 2011; ROY; SŁOWIŃSKI, 2013).

A problemática numa tomada de decisão pode envolver a seleção de uma alternativa, a ordenação, classificação ou descrição de alternativas, ou ainda a decisão por um portfólio de alternativas (DE ALMEIDA, 2013). A abordagem desse trabalho caracteriza uma problemática de classificação, em que se atribui cada alternativa, ou ação, a exatamente uma das categorias

predefinidas que direcionam a decisão e que devem possuir uma definição intrínseca, ou seja, que não se refere às outras categorias (ROY, 1996).

Classificação multicritério diz respeito a problemas em que as alternativas, ações ou objetos a serem classificados, o que pode ser feito de forma nominal ou ordinal, são descritos por um conjunto de funções critério (FERNANDEZ; NAVARRO; DUARTE, 2008). Na classificação nominal (*nominal classification problems*) as categorias não estão ordenadas da melhor à pior categoria, ou seja, são nominais, enquanto na classificação ordinal, como indica a denominação, há a ideia de ordem entre as categorias (*ordinal sorting problems*) (ARAZ; OZKARAHAN, 2007; ZOPOUNIDIS; DOUMPOS, 2002). A classificação das organizações em níveis do modelo de maturidade pertence aos *sorting problems*, ou problemas de classificação ordinal, visto que há ordem entre os níveis do modelo, as categorias.

Existem métodos MCDA direcionados especificamente para a problemática de classificação. O FlowSort é um método inspirado no PROMETHEE (*Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation*) que aloca ações a categorias completamente ordenadas que podem ser definidas por perfis limitantes ou perfis centrais (NEMERY; LAMBORAY, 2008), enquanto o método ELECTRE TRI (*Elimination et Choix Traduisant la Réalité*) caracteriza cada categoria com um perfil inferior e superior, e a alocação de uma alternativa a uma categoria resulta da comparação daquela com esses perfis (FIGUEIRA; MOUSSEAU; ROY, 2005). Já o método UTADIS (*Utilités Additives Discriminantes*) obtém a classificação construindo uma função utilidade aditiva e limiares de utilidade, em que cada alternativa é atribuída à classe com o mínimo erro de classificação (ULUCAN; ATICI, 2013).

Além desses, e outros que também trazem variações de métodos já convencionais, como o AHPSort (*Analytic Hierarchy Process*) (ISHIZAKA; PEARMAN; NEMERY, 2012), recentemente foi desenvolvido a partir do método TOPSIS (*Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution*) um novo método para a problemática de classificação. Trata-se do FTOPSIS-Class (FERREIRA et al., 2018) um método *fuzzy* de apoio a decisão para *sorting problems*, aplicado inicialmente como parte de um framework para otimização de portfólio de investimentos para avaliar a adequação de opções de investimento ao perfil de risco de um investidor (FERREIRA et al., 2018). O presente trabalho empregou este último método devido à sua adequação à problemática em consideração e à racionalidade compensatória e a possibilidade de utilização de variáveis linguísticas, traduzidas em números *fuzzy*, permitindo

captar as imprecisões do julgamento humano na avaliação dos critérios e alternativas. Além de sua simplicidade de compreensão junto aos avaliados.

2.5 Teoria Fuzzy (*Fuzzy Set Theory*)

A tomada de decisão em contextos reais envolve incerteza e subjetividade. Isso pode ser ocasionado pela indisponibilidade de informação, pela dificuldade do decisor em quantificar determinados critérios e pela dificuldade em prever resultados, por exemplo. Essa incerteza em processos decisórios já foi abordada com o auxílio de teoria da probabilidade e estatística e com o emprego de linguagem natural, como forma de articular pensamento e julgamentos subjetivos, entretanto, como palavras nem sempre apresentam clareza de significado, introduziu-se os números *fuzzy* como forma de ajudar a expressar adequadamente as variáveis linguísticas (MARDANI; JUSOH; ZAVADSKAS, 2015). Os conceitos da Teoria de Conjuntos *Fuzzy* foram originados nos trabalhos de Zadeh (1965, 1975). Um conjunto *fuzzy* é um grupo de objetos caracterizado por uma função de associação que atribui a cada objeto que integra o conjunto um grau de associação, grau de atribuição àquele grupo, que varia entre zero e um (ZADEH, 1965).

O emprego de avaliações *fuzzy* permite classificar/categorizar informações imprecisas, subjetivas ou qualitativas de forma compreensível e até intuitiva, sendo de grande importância para contextos de incerteza (ZAVADSKAS et al., 2017). Os cenários de decisão multicritério envolvem múltiplos fatores e muitas vezes estão presentes subjetividade, incerteza, critérios conflitantes, definindo o que a literatura apresenta como problemas *fuzzy* de decisão multicritério (ZHANG, 2008). Métodos *fuzzy* de decisão multicritério são largamente empregados em processos decisórios nas áreas de engenharia, tecnologia, ciências e gestão, onde possibilitam abordar a tomada de decisão de forma mais eficiente, racional e explícita, melhorando a qualidade das decisões (MARDANI; JUSOH; ZAVADSKAS, 2015).

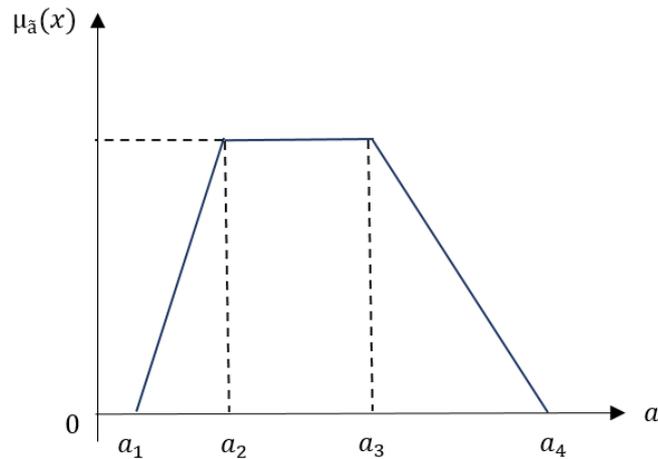
Quando existem fenômenos muito complexos ou mal definidos nesses ambientes, inviabilizando sua definição por termos quantitativos convencionais, é possível empregar-se variáveis linguísticas para caracterizá-los (ZADEH, 1975). É possível representar aspectos qualitativos através das variáveis linguísticas. Essas variáveis expressam-se qualitativamente por termos linguísticos, como por exemplo ‘muito baixo’, ‘baixo’, ‘médio’, ‘elevado’, e quantitativamente através de um conjunto *fuzzy* (LIMA-JUNIOR; OSIRO; CARPINETTI,

2013). Variáveis linguísticas são empregadas em modelos *fuzzy* TOPSIS para avaliar a performance de fornecedores nas dimensões de custo e desempenho (LIMA-JUNIOR; CARPINETTI, 2016), no contexto de decisão em grupo para seleção de servidores logísticos terceirizados para o setor agrícola (YAZDANI et al., 2017), na quantificação dos níveis de implementação de melhores práticas da ERM em um modelo de maturidade no setor de construção (ZHAO; HWANG; LOW, 2013).

A seguir são apresentados conceitos básicos da teoria de conjuntos *fuzzy* (BUCKLEY, 1985; ZADEH, 1965, 1975) importantes para compreensão do método *fuzzy* de decisão multicritério empregado nesse trabalho. Conforme citado anteriormente, um conjunto *fuzzy* \tilde{A} num universo \mathcal{X} é caracterizado por uma função de associação (*membership function*) $\mu_{\tilde{A}}(x)$ que associa cada elemento x em \mathcal{X} a um número real no intervalo $[0,1]$ (ZADEH, 1965). Quanto mais próximo de 1 for o valor de $\mu_{\tilde{A}}(x)$ maior o grau de associação de x em \tilde{A} . Um dos formatos possíveis para um número *fuzzy* é o número *fuzzy* trapezoidal, definido como $\tilde{a} = (a_1, b_2, c_3, d_4)$ (CHEN, 2000; CHEN; LIN; HUANG, 2006; KAUFFMAN; GUPTA, 1991). A função de associação $\mu_{\tilde{a}}(x)$ para um número *fuzzy* trapezoidal é definida da seguinte forma:

$$\mu_{\tilde{a}}(x) = \begin{cases} f_{\tilde{a}}^L(x), & a_1 \leq x \leq a_2 \\ 1, & a_2 \leq x \leq a_3 \\ f_{\tilde{a}}^R(x), & a_3 \leq x \leq a_4 \\ 0, & \text{caso contrário} \end{cases}$$

Em que $f_{\tilde{a}}^L(x): [a_1, a_2] \rightarrow [0,1]$ é monotonicamente crescente e $f_{\tilde{a}}^R(x): [a_3, a_4] \rightarrow [0,1]$ é monotonicamente decrescente. Uma representação gráfica de $\mu_{\tilde{a}}(x)$ pode ser vista na Figura 2.

Figura 2 – Número fuzzy trapezoidal \tilde{a} .

Fonte: A Autora (2019)

Algumas das operações algébricas principais em conjuntos *fuzzy* são apresentadas abaixo, dados dois números *fuzzy* positivos $\tilde{a} = (a_1, a_2, a_3, a_4)$ e $\tilde{b} = (b_1, b_2, b_3, b_4)$ e um número real positivo $r \geq 0$. Pelo princípio da extensão, as operações de soma e subtração de quaisquer dois números *fuzzy* trapezoidais resultam em um número *fuzzy* trapezoidal, mas a multiplicação de quaisquer dois números *fuzzy* trapezoidais resulta apenas em um número *fuzzy* trapezoidal aproximado (DUBOIS; PRADE, 1980). Essas operações podem ser expressas como:

$$\tilde{a} \oplus \tilde{b} = (a_1 + b_1, a_2 + b_2, a_3 + b_3, a_4 + b_4)$$

$$\tilde{a} \ominus \tilde{b} = (a_1 - b_4, a_2 - b_3, a_3 - b_2, a_4 - b_1)$$

$$\tilde{a} \otimes \tilde{b} = (a_1 \times b_1, a_2 \times b_2, a_3 \times b_3, a_4 \times b_4)$$

$$\tilde{a} \otimes r = (a_1 \times r, a_2 \times r, a_3 \times r, a_4 \times r)$$

Ainda de grande importância para a aplicação método *fuzzy* de decisão multicritério escolhido, o FTOPSIS-Class, são a distância do vértice $\delta(\tilde{a}, \tilde{b})$ entre dois números *fuzzy* trapezoidais e a definição de matriz *fuzzy*, formato em que a matriz de decisão do método empregado será apresentada. Diz-se que uma matriz \tilde{M} é uma matriz *fuzzy* se pelo menos um de seus elementos for um número *fuzzy* (BUCKLEY, 1985). A distância do vértice $\delta(\tilde{a}, \tilde{b})$ entre dois números *fuzzy* trapezoidais pode ser calculada através de (CHEN, 2000):

$$\delta(\tilde{a}, \tilde{b}) = \sqrt{\frac{1}{4}[(a_1 - b_1)^2 + (a_2 - b_2)^2 + (a_3 - b_3)^2 + (a_4 - b_4)^2]}$$

Apresentados os conceitos e definições anteriores, segue no próximo tópico uma introdução ao método FTOPSIS-Class e o detalhamento dos procedimentos de sua aplicação.

2.6 Fuzzy Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution (FTOPSIS) para Classificação – FTOPSIS-Class

O método *Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS) para suporte à decisão multicritério foi proposto por Hwang e Yoon na década de 1980. Ele baseia-se no conceito de que uma alternativa escolhida deve estar a uma distância mínima do que seria a solução positiva ideal e o mais distante possível de uma solução negativa ideal (HWANG; YOON, 1981). Com o objetivo de refletir melhor as imprecisões do julgamento humano, Chen (2000) propôs uma extensão do TOPSIS em ambiente *fuzzy*, o FTOPSIS. Essa extensão segue os mesmos procedimentos do método TOPSIS, selecionando as alternativas com base nas distâncias máxima e mínima das soluções ideais, porém num ambiente *fuzzy*.

No FTOPSIS são utilizadas variáveis linguísticas para avaliar os pesos dos critérios e para avaliar cada alternativa em relação a esses, numa abordagem mais realística do julgamento humano (CHEN; LIN; HUANG, 2006). Tanto o TOPSIS quanto sua extensão *fuzzy* possuem ampla aplicação em diversas áreas, tais como engenharia, ciências da computação, negócios, gestão da cadeia de suprimentos e logística, projetos, sistemas de produção (HESTER; VELASQUEZ, 2013; KAHRAMAN; ONAR; OZTAYSI, 2015; ZAVADSKAS et al., 2017). Isso pode justificar-se pela sua lógica transparente e simples implementação computacional (JIANG et al., 2011; MOUSAVI-NASAB; SOTOUDEH-ANVARI, 2017) que fizeram com que o método seja bem aceito e largamente empregado.

Há aplicações dos métodos na decisão em grupo (KROHLING; CAMPANHARO, 2011; YAZDANI et al., 2017), na seleção de fornecedores (ARABZAD et al., 2014; LIAO; KAO, 2011), em conjunto com outros MCDM na seleção de materiais (ANOJKUMAR; ILANGKUMARAN; VIGNESH, 2015; MOUSAVI-NASAB; SOTOUDEH-ANVARI, 2017) e em modelo de priorização de riscos junto a técnicas como FMEA (BIAN et al., 2018). A literatura ainda apresenta diversas extensões do TOPSIS e *fuzzy* TOPSIS

(ANTUCHEVIČIENE; ZAVADSKAS; ZAKAREVIČIUS, 2010; JIANG et al., 2011; SUN et al., 2018), a exemplo do emprego de números *fuzzy* intervalares (CHATTERJEE; KAR, 2016; GUPTA et al., 2018).

Ferreira et al. (2018) propõem o FTOPSIS-Class, um novo método *fuzzy* de apoio à decisão multicritério para a problemática de classificação, trazendo uma aplicação na classificação de alternativas de investimentos de acordo com o perfil dos investidores (conservativo, moderado, ousado, agressivo), parte de um framework para otimização de portfólio de investimentos. O método proposto emprega o algoritmo tradicional do TOPSIS lidando com um ambiente *fuzzy* e traz uma pequena modificação na definição das soluções ideais. Com base numa ideia intuitiva, o coeficiente de proximidade (*closeness coefficient*) CC_i^p é calculado com base nas distâncias da alternativa i à solução *fuzzy* positiva ideal (*fuzzy positive ideal solution* – FPIS) do perfil p e à solução *fuzzy* negativa ideal (*fuzzy negative ideal solution* – FNIS) do perfil p (FERREIRA et al., 2018).

O algoritmo para o método FTOPSIS-Class (FERREIRA et al., 2018) é descrito a seguir. Os passos de 1 a 4 seguem os mesmos procedimentos do método FTOPSIS (CHEN, 2000).

Passo 1: Estruturar o modelo de decisão, com a identificação do decisor, conjunto de critérios e alternativas.

Passo 2: Definir as variáveis linguísticas que serão utilizadas para avaliar os pesos dos critérios e para medir a classificação das alternativas nos critérios.

Passo 3: Construir a matriz de decisão normalizada $\tilde{R} = [\tilde{r}_{ij}]_{m \times n}$ de acordo com:

$$\tilde{r}_{ij} = \begin{cases} \left(\frac{a_{ij}}{d_j^*}, \frac{b_{ij}}{d_j^*}, \frac{c_{ij}}{d_j^*}, \frac{d_{ij}}{d_j^*} \right) & \text{se } j \in B, \text{ onde } B \text{ representa critérios associados} \\ & \text{a benefícios, e } d_j^* = \max_i d_{ij} \\ \left(\frac{a_j^-}{d_{ij}}, \frac{a_j^-}{c_{ij}}, \frac{a_j^-}{b_{ij}}, \frac{a_j^-}{a_{ij}} \right) & \text{se } j \in C, \text{ onde } C \text{ representa critérios associados} \\ & \text{a custo, e } a_j^- = \min_i a_{ij} \end{cases}$$

Passo 4: Construir a matriz de decisão *fuzzy* ponderada normalizada $\tilde{V} = [\tilde{v}_{ij}]_{m \times n}$ a partir de $\tilde{R} = [\tilde{r}_{ij}]$ e $\tilde{W} = [\tilde{w}_j]$ onde $\tilde{v}_{ij} = \tilde{r}_{ij} \otimes \tilde{w}_j$.

Passo 5: Determinar para cada classe p :

Passo 5.1: A solução positiva ideal para a classe p como $\tilde{A}_p^* = [\tilde{v}_{p1}^*, \tilde{v}_{p2}^*, \dots, \tilde{v}_{pn}^*]$, onde $\tilde{v}_{pj}^* = \tilde{q}_{pj}$, com o objetivo de maximizar a adequação da alternativa i em relação à categoria p , minimizando a distância entre \tilde{A}_q^* e os valores de referência de cada categoria.

Passo 5.2: A solução negativa ideal para a classe p como $\tilde{A}_p^- = [\tilde{v}_{p1}^-, \tilde{v}_{p2}^-, \dots, \tilde{v}_{pn}^-]$, onde $\tilde{v}_{p'j}^-$ são os valores da classe p' mais distante de p , e a distância a ser maximizada.

Passo 6: Calcular as distâncias de cada alternativa i em relação à cada classe p da seguinte forma:

$$\tilde{d}_i^{p*} = \sum_{j=1}^n \delta(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_{pj}^*), \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\tilde{d}_i^{p-} = \sum_{j=1}^n \delta(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_{pj}^-), \quad i = 1, 2, \dots, m$$

Passo 7: Calcular o coeficiente de proximidade CC_i^p para cada alternativa i em relação a cada perfil p como:

$$CC_i^p = \frac{\tilde{d}_i^{p-}}{\tilde{d}_i^{p*} + \tilde{d}_i^{p-}} \quad i = 1, 2, \dots, m.$$

Passo 8 (sorting): Para cada alternativa i , determinar sua classe $p_i^* = \operatorname{argmax}_{p \in P} \{CC_i^p\}$, ou seja, p_i^* é a classe com o maior valor de CC_i^p para a alternativa i .

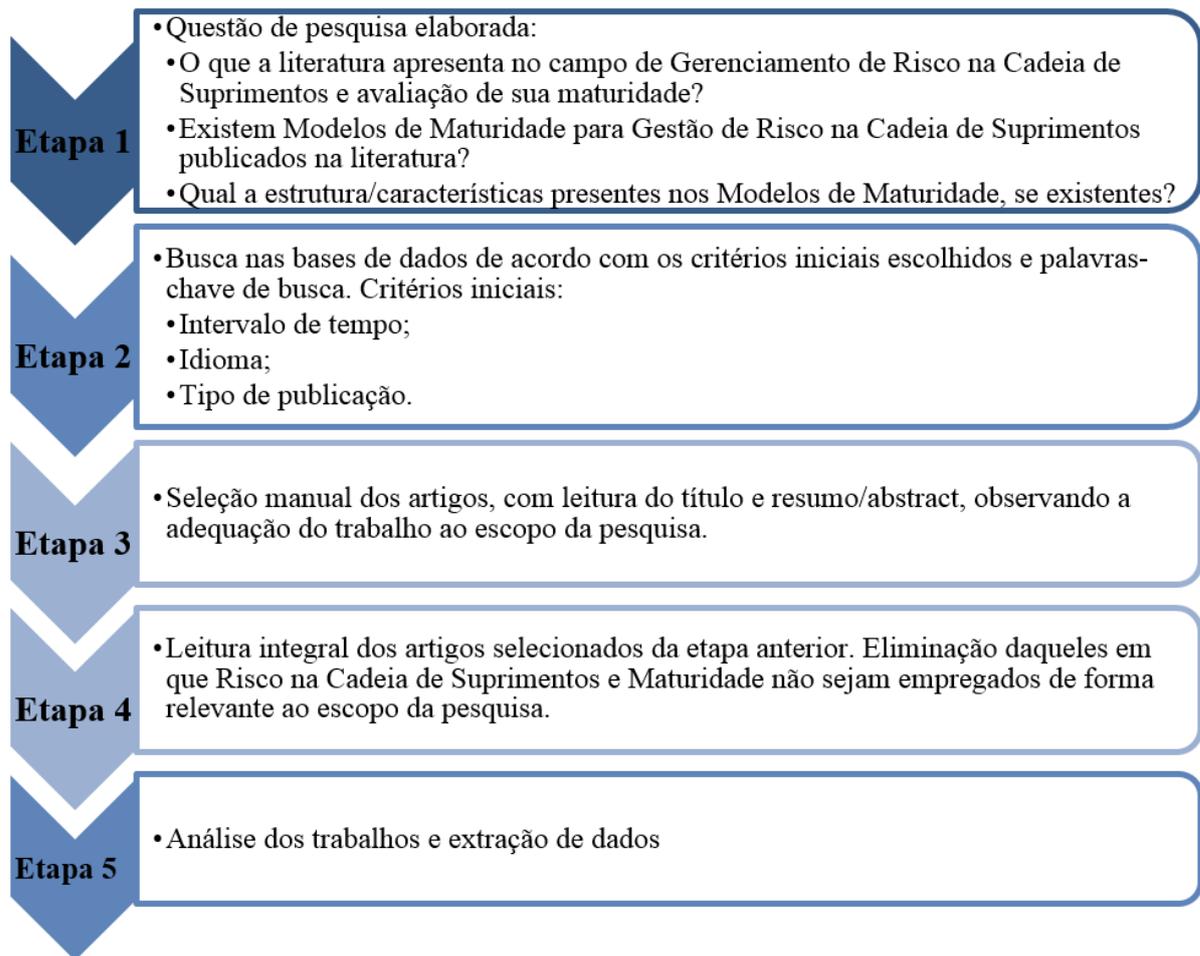
Através do CC_i^p é possível alocar cada alternativa i , organizações no contexto do modelo proposto, a um nível de maturidade de gerenciamento de risco, as classes. A aplicação do método descrito será apresentada no Capítulo 5. Os próximos capítulos dedicam-se à revisão da literatura para modelos de maturidade de GRCS, construção e apresentação do modelo de maturidade e elaboração do modelo de decisão.

3 REVISÃO NA LITERATURA PARA MODELOS DE MATURIDADE NA GESTÃO DE RISCO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS

Objetivando acessar a produção científica referente ao GRCS e identificar a presença na literatura de modelos de maturidade para GRCS, realizou-se uma revisão sistemática da literatura. A revisão da literatura permite que se gerencie o volume diverso de conhecimento disponível, direcionando-o para questões de pesquisa específicas (TRANFIELD; DENYER; SMART, 2003) e auxiliando a determinar, por exemplo, lacunas ou áreas pouco exploradas dentro de um campo de pesquisa (PEREIRA; COSTA, 2015). Uma vez que se identificassem modelos de maturidade para gerenciamento de risco na cadeia de suprimentos, seriam levantadas as características e estruturas empregadas nesses modelos.

A definição dos procedimentos para a revisão sistemática baseou-se na metodologia empregada por De Almeida et al. (2016) que traz as fases formulação da questão de pesquisa, formulação das palavras-chave, definição de estratégia de pesquisa e bases de dados, e seleção e classificação dos estudos. A revisão realizada abrangeu as bases de dados *Scopus* e *Web of Science* – coleção principal (*Clarivate Analytics*), sendo o período de publicação, o idioma e o tipo de publicação os critérios iniciais empregados para a filtragem das publicações. A pesquisa considerou inicialmente a presença das palavras-chave em qualquer dos campos do material (*All fields*), e então nos campos Título, Resumo e Palavras-chave (*Title, Abstract, Keywords*), para captar resultados mais refinados. As etapas ordenadas para a revisão desenvolvida nesse trabalho são apresentadas na Figura 3 a seguir.

Figura 3 – Etapas da revisão sistemática



Fonte: A Autora (2019)

A pesquisa foi realizada no mês de junho de 2018. Consideraram-se como horizonte de tempo da busca os últimos vinte anos (1998 a 2018), a língua inglesa como idioma, visto que é a linguagem principal empregada nas publicações internacionais, e como tipo de publicação apenas artigos publicados em revistas científicas (*journals*), principais meios de divulgação de avanços do meio acadêmico. As palavras-chave empregadas para busca foram *supply chain*, *risk*, *risk management*, *risk assessment*, *Enterprise Risk Management*, *uncertainty*, *maturity* e *maturity model*.

O GRCS pode ser dito como elemento integrante da gestão da cadeia de suprimentos, Gerenciamento Estratégico Corporativo e ERM (ZSIDISIN; RITCHIE, 2009), ou ainda que o Gerenciamento de Risco na Cadeia de Suprimentos tem sua origem da gestão da cadeia de suprimentos e ERM, mas seu escopo pode, entretanto, sobrepô-las (SODHI; SON; TANG,

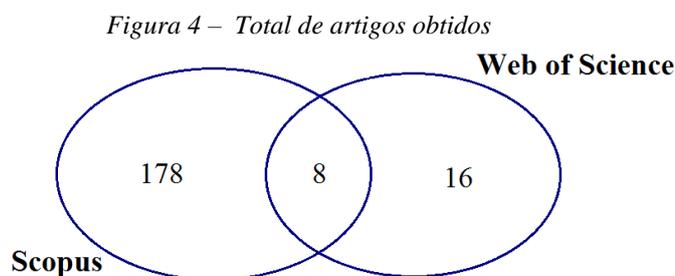
2012). Dessa forma, agregou-se o termo *Enterprise Risk Management* às palavras-chave para busca. As palavras-chave e suas combinações (*search strings*), utilizadas na etapa 2, são apresentadas na Tabela 2 abaixo.

Tabela 2 – Search strings utilizadas na revisão sistemática

Base de dados	Search string
Scopus	ALL (“supply chain risk” AND “maturity model”) OR ALL (“supply chain” AND “risk management” AND “maturity model”)
	ALL (“supply chain risk” AND “maturity model” AND “enterprise risk management”) OR ALL (“supply chain” AND “enterprise risk management” AND maturity)
	TITLE-ABS-KEY (“supply chain risk” AND “maturity model”) OR TITLE-ABS-KEY (“supply chain risk management” AND “maturity model”)
	TITLE-ABS-KEY (“supply chain” AND risk AND “maturity model”) OR TITLE-ABS-KEY (“supply chain” AND “risk management” AND maturity)
	TITLE-ABS-KEY (“supply chain uncertainty” AND “maturity model”) OR TITLE-ABS-KEY (“supply chain risk” AND maturity)
	TITLE-ABS-KEY (“risk management” AND “supply chain” AND “maturity model”)
	TITLE-ABS-KEY (“supply chain” AND “enterprise risk management” AND maturity)
	TITLE-ABS-KEY (risk AND maturity AND “supply chain”) OR TITLE-ABS-KEY (“risk management” AND “maturity model” AND “supply chain”)
Web of Science	TITLE-ABS-KEY (maturity AND “supply chain” AND “risk management”) OR TITLE-ABS-KEY (“maturity model” AND “supply chain risk management”)
	TS= (“supply chain” AND “risk management” AND “maturity”) OR TS= (“supply chain” AND risk AND “maturity model”)
	TS= (“supply chain risk” AND “maturity model”) OR TS= (“supply chain” AND “risk management” AND maturity)
	TS= (“supply chain” AND risk AND maturity)
	TS = (“supply chain” AND “risk assessment” AND maturity) OR TS = (“supply chain risk” AND assessment AND “maturity model”)
	TS = (“supply chain” AND “enterprise risk management” AND maturity) OR TS= (“enterprise risk management” AND “maturity model”)
	TS = (“supply chain” AND risk AND management AND maturity) OR TS = (“supply chain” AND risk AND management AND “maturity model”)
	TS = (“risk management” AND “supply chain” AND “maturity model”) OR TS = (“supply chain risk management” AND “maturity model”)

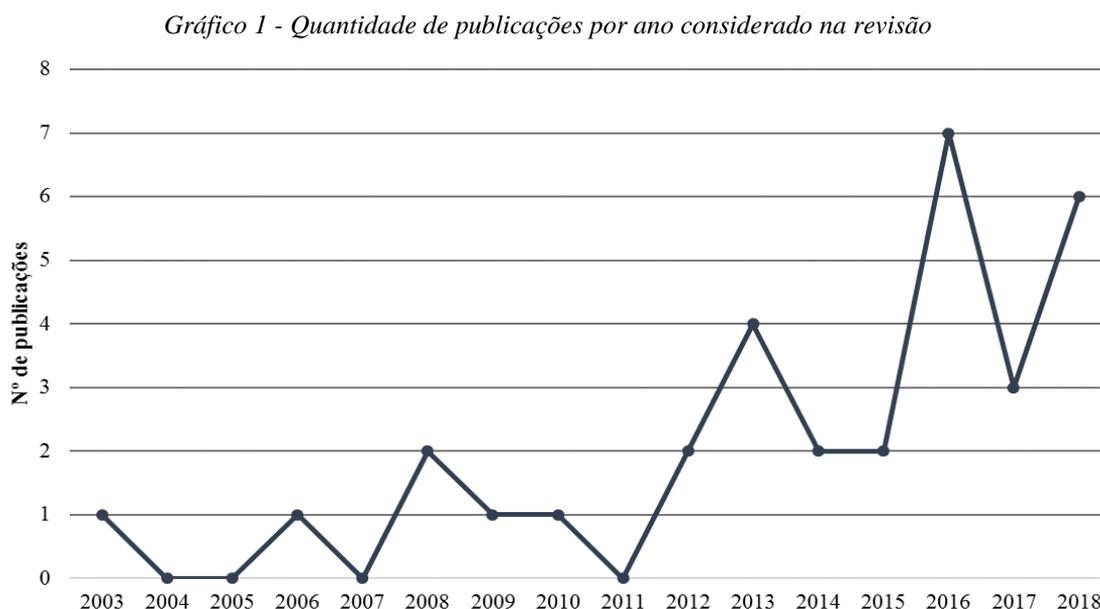
Fonte: A Autora (2019)

A partir da filtragem inicial, com os critérios definidos na etapa 2 da revisão foi possível identificar um total de 202 artigos nas duas bases consideradas. Obteve-se 186 artigos a partir da Scopus e 24 a partir da Web of Science, dentre os quais oito eram comuns às duas bases de dados, como representa a Figura 4.



Fonte: A Autora (2019)

Após esse volume inicial de artigos passar por seleção manual, com a leitura dos títulos e resumos/*abstracts*, etapa 3, chegou-se a 51 artigos que foram submetidos a leitura integral, etapa 4. Por inadequação do conteúdo ao escopo da pesquisa, através da leitura integral eliminou-se ainda 19 artigos, restando 32 para continuidade da análise. O horizonte de tempo considerado na revisão foi de 1998 a 2018, porém, como observa-se no Gráfico 1 abaixo, obtiveram-se publicações relevantes ao contexto pesquisado apenas a partir do ano 2003.

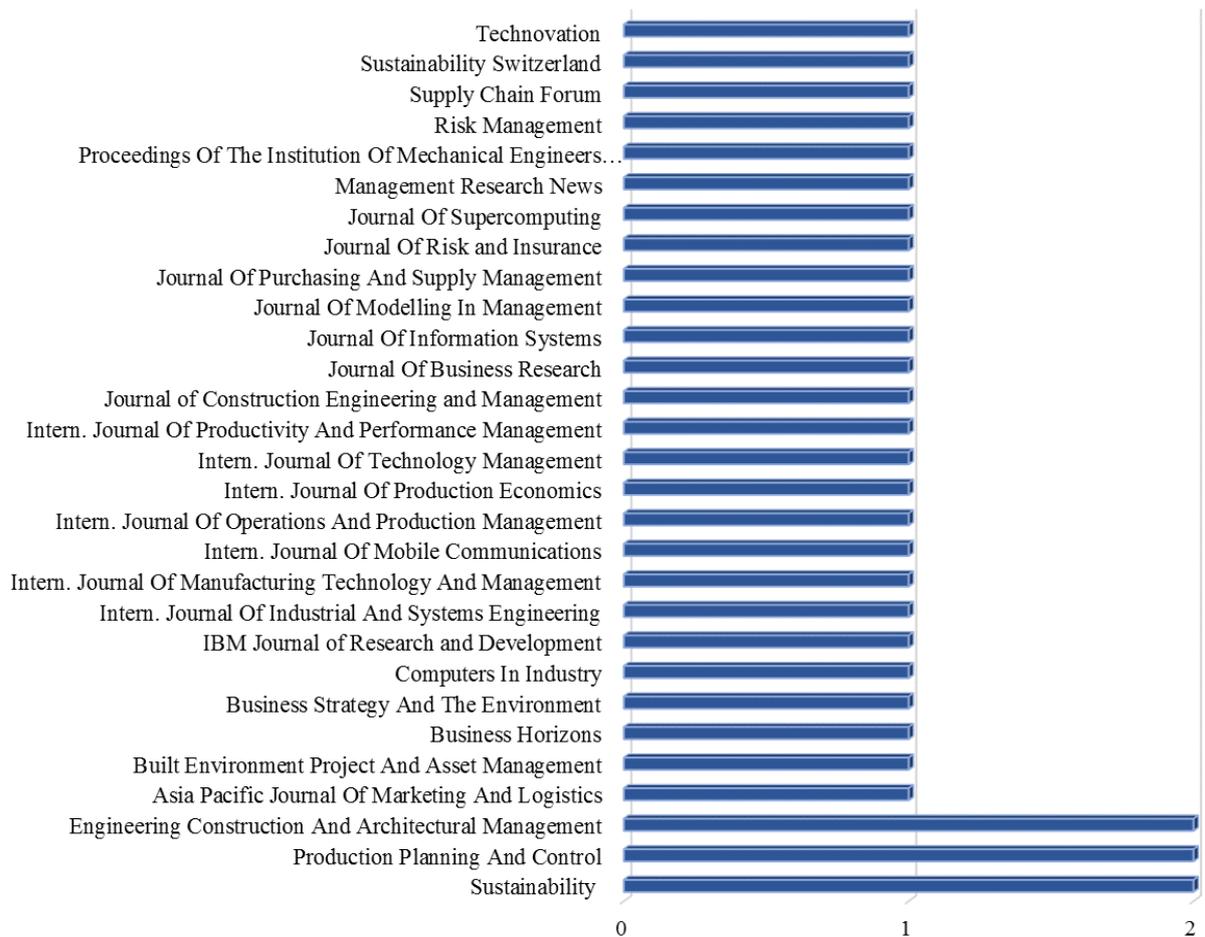


Fonte: A Autora (2019)

O aumento no número de publicações a partir de 2016 poderia representar uma tendência, porém ainda haveria poucos artigos que enfoquem a temática pesquisada. Esses resultados sugerem a ausência de publicações que possuam como escopo central a avaliação por modelos de maturidade do GRCS, foco dessa revisão da literatura e proposta do modelo elaborado nesse trabalho. Ainda que se observe o enfoque de cadeia de suprimentos e diversos aspectos de sua gestão, destacando-se o gerenciamento de risco, em numerosas publicações (CHRISTOPHER; PECK, 2004; ELLRAM; COOPER, 2014; HECKMANN; COMES; NICKEL, 2015; HO et al., 2015; TANG, 2006).

Os materiais selecionados nessa revisão distribuem-se por cerca de 30 publicações científicas diferentes. Essa distribuição pelos periódicos identificados é apresentado no Gráfico 2 a seguir.

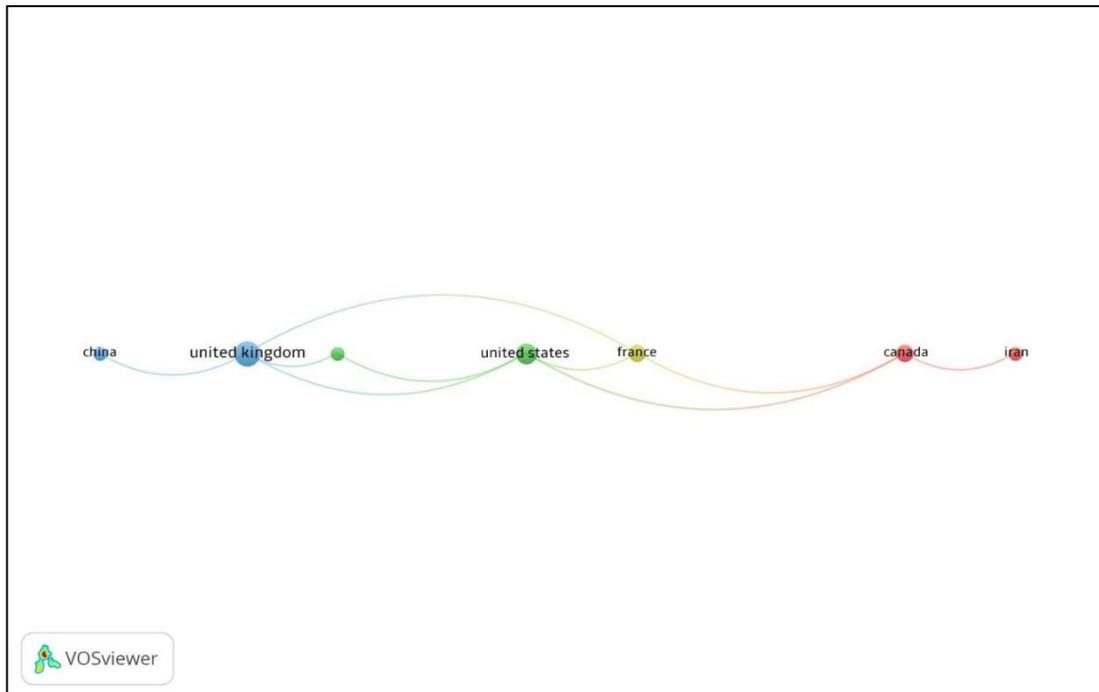
Gráfico 2 – Distribuição dos artigos por periódico



Fonte: A Autora (2019)

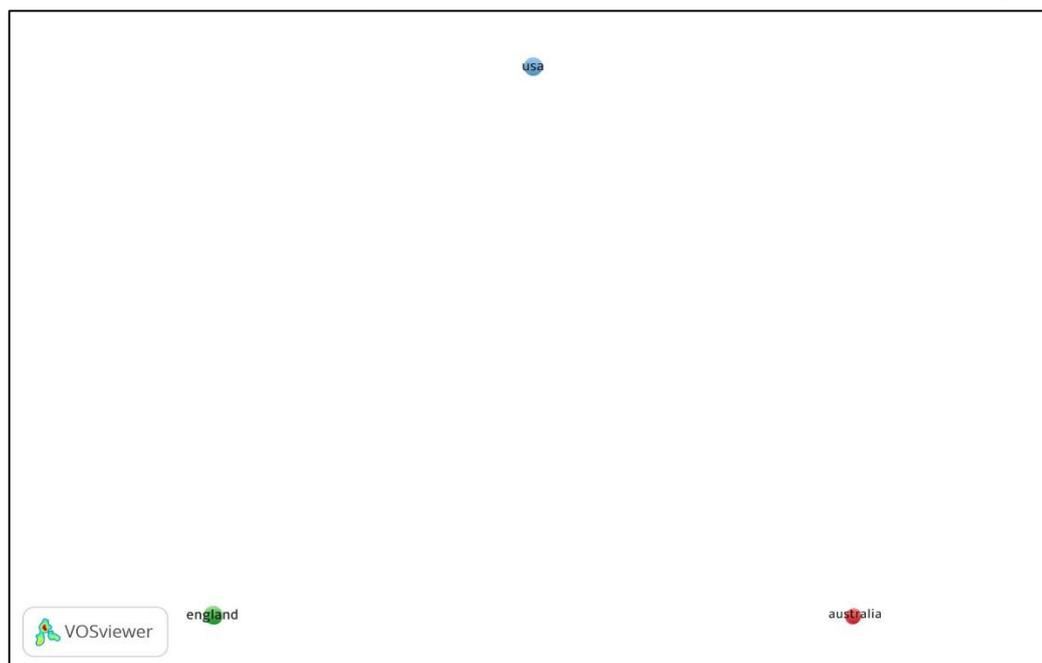
Observa-se da figura anterior que praticamente cada artigo é originário de um periódico diferente, a exceção são as publicações *Engineering Construction and Architectural Management*, *Production Planning and Control* e *Sustainability*, que trazem dois artigos cada. Os artigos avaliados por origem ou nacionalidade de seus autores apresentam-se de forma menos distribuída, como pode ser visto nos Gráficos 3 e 4, para as bases de dados *Scopus* e *Web of Science*, respectivamente.

Gráfico 3 – Volume de publicações na base de dados Scopus em relação aos países de origem



Fonte: A Autora (2019)

Gráfico 4 – Volume de publicações na base de dados Scopus em relação aos países de origem

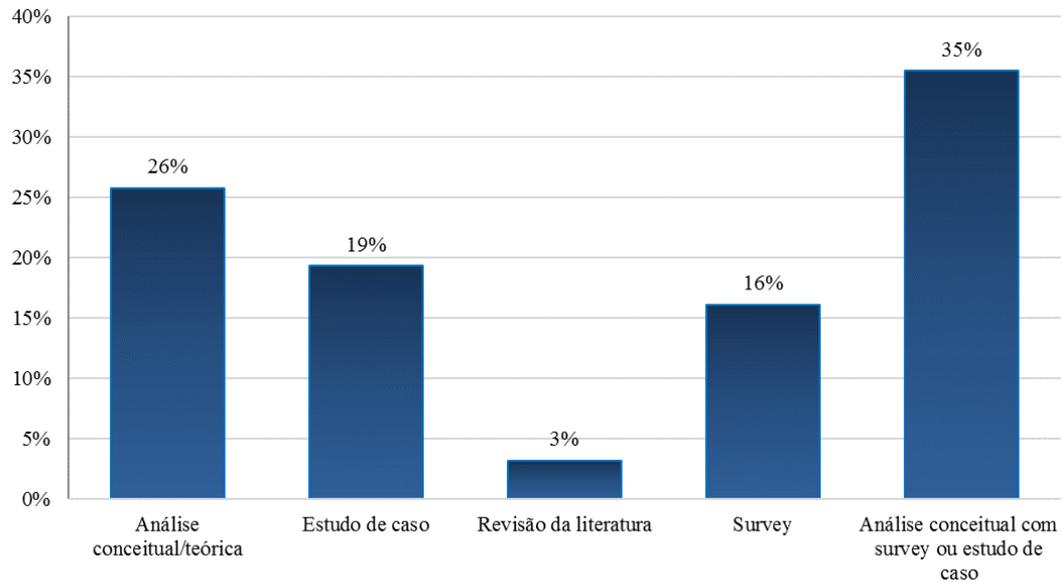


Fonte: A Autora (2019)

A maior parte das publicações tem origem exclusiva no Reino Unido ou Estados Unidos, seguidos pelo Canadá, ou foi desenvolvida com a participação de pelo menos um pesquisador advindo desses, como pode ser visto no Gráfico 3, para a base de dados *Scopus*. No caso da base *Web of Science*, Gráfico 4, Reino Unido, Estados Unidos e Austrália respondem pela maior parte das publicações, entretanto não se observa coautoria nos artigos advindos dessas regiões, como demonstram os links no caso do Gráfico 3. Há ainda publicações advindas de países como França, China, Nova Zelândia, Irã, e representados por apenas uma publicação cada, tem-se por exemplo, Brasil, Portugal e Coréia do Sul. Os pesquisadores envolvidos nos artigos avaliados são vinculados a mais de 50 instituições diferentes, de forma que não há uma homogeneidade ou concentração considerável referente à origem desses materiais no que diz respeito a universidades e/ou grupos de pesquisa.

Os artigos analisados foram classificados de acordo com o método de pesquisa neles empregado. As abordagens de pesquisa distintas consideradas foram Análise Conceitual e Teórica, focada em descrição de teoria e relações, Estudos de Caso, Revisão na Literatura e *Survey*, com uso de dados empíricos em larga escala (HESPING; SCHIELE, 2015). Observou-se também que alguns dos materiais agregam essas abordagens, trazendo de forma conjunta análises conceituais e estudos de caso ou *surveys*. O gráfico apresentado no Gráfico 5 abaixo exibe a porcentagem de artigos presente para cada um dos métodos de pesquisa considerados.

Gráfico 5 – Métodos de pesquisa presentes nas publicações avaliadas

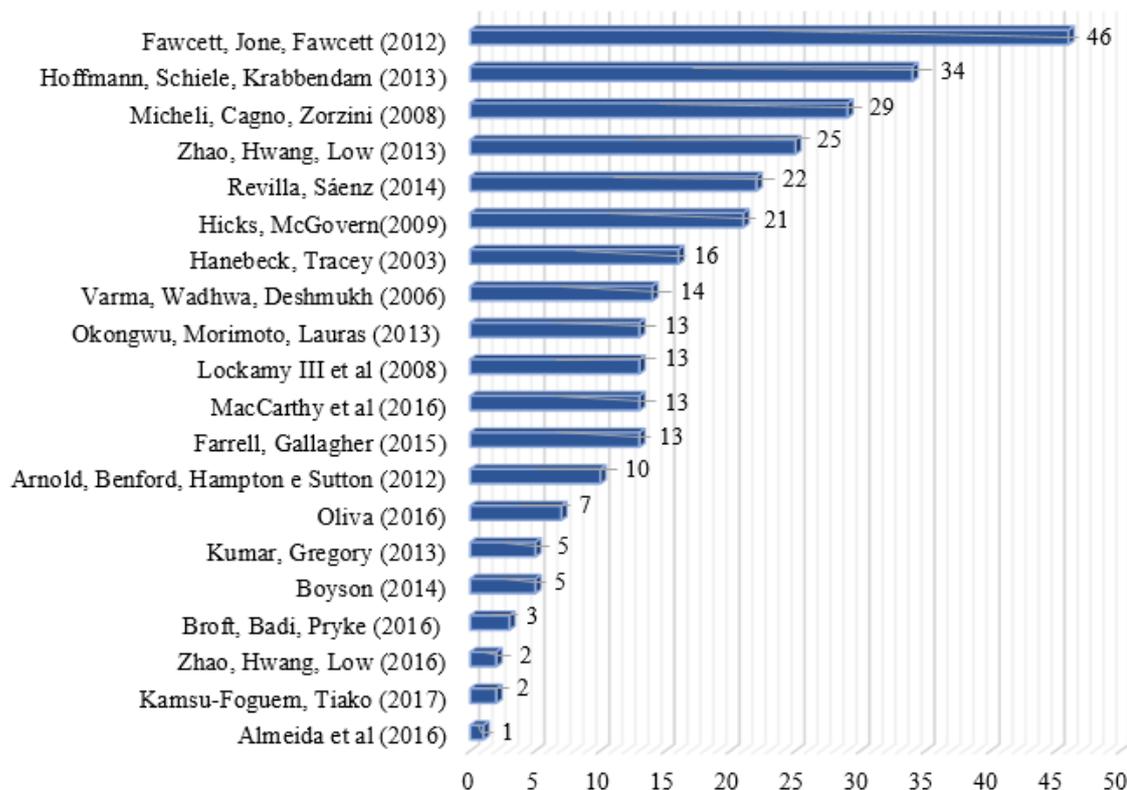


Fonte: A Autora (2019)

Os dois métodos de pesquisa mais utilizados são a Análise conceitual e teórica, 26% das publicações, e seu emprego agregado a um *Survey* ou Estudo de caso, respondendo por 35% das publicações avaliadas. Conclui-se a partir dos resultados que os pesquisadores têm abordado principalmente as bases teóricas e definições conceituais do gerenciamento de risco na cadeia de suprimentos e suas relações, entretanto há também forte emprego de metodologias que permitem avaliar as bases definidas em contextos reais, como são os Estudos de caso e *Surveys*.

Avaliou-se ainda o quanto os artigos selecionados nessa revisão têm sido citados em trabalhos científicos, o que é apresentado a seguir, no Gráfico 6.

Gráfico 6 – Número de citações das publicações consideradas



Fonte: A Autora (2019)

Entre as maiores quantidades de citações estão Micheli, Cagno, Zorzini (2008), Fawcett; Jones; Fawcett, (2012), Hoffmann; Schiele; Krabbendam (2013) e Zhao; Hwang; Low (2013). A seguir, há comentários quanto aos trabalhos mais citados, quando se expõe em maior detalhe as abordagens dos artigos obtidos dessa revisão.

As publicações avaliadas a partir da leitura integral apresentaram desde frameworks para implementação da gestão da cadeia de suprimentos, identificando possíveis obstáculos nesse processo e propondo práticas para atingir-se sucesso (VARMA; WADHWA; DESHMUKH, 2006), à avaliação da maturidade de uma cadeia quanto às dimensões necessárias para a inserção de inovação (WARD et al., 2018). A literatura recente traz ainda análises das características de relacionamento na cadeia de suprimentos de construção e projetos (KIM; NGUYEN, 2018), modelo de avaliação da capacidade (*capability maturity model*) de organizações para lidar com escassez de recursos naturais, com foco em cadeias de suprimento sustentáveis (YATSKOVSKAYA; SRAI; KUMAR, 2018) e incorporação de gestão do ciclo de vida e gestão da cadeia de suprimentos, também enfocando sustentabilidade (SEIDEL-

STERZIK; MCLAREN; GARNEVSKA, 2018). Entretanto, no que diz respeito à avaliação de maturidade para o gerenciamento de riscos na cadeia de suprimentos, a presença de publicações é mínima.

3.1 Avaliação da maturidade do gerenciamento de riscos na cadeia de suprimentos

Em termos de avaliação de maturidade na cadeia de suprimentos obteve-se trabalhos com abordagens diversificadas (HANEBECK, TRACEY, 2003; LOCKAMY III et al., 2008; FAWCETT, JONES, FAWCETT, 2012; HOFFMANN, SCHIELE, KRABBENDAM, 2013; OKONGWU, MORIMOTO, LAURAS, 2013; BROFT, BADI, PRYKE, 2016; BÖHME et al., 2016; MACCARTHY et al., 2016; WARD et al., 2018). O que também é válido para publicações que tratam do gerenciamento isolado de riscos (KUMAR, GREGORY, 2013; HU, WU, 2016; KAMSU-FOGUEM, TIAKO, 2017; WEESERIK; SPRUIT, 2018) e desse gerenciamento no contexto da cadeia de suprimentos (MICHELI, CAGNO, ZORZINI, 2008; REVILLA, SÁENZ, 2014; KUMAR SHARMA, SHARMA, 2015; ALMEIDA et al., 2016; ZANJIRCHI, JALILIAN, MIRHOSEINI, 2017; MOSTAFAEIPOUR, QOLIPOUR, ESLAMI, 2017). Obteve-se ainda modelos de maturidade em abordagem que estabelece facilitadores para implementação da *Enterprise Risk Management* (VON KAENEL et al., 2010) e com base na *Enterprise Risk Management* para a indústria de construção (ZHAO, HWANG, LOW, 2013; ZHAO, HWANG, LOW, 2016). Os resultados obtidos, entretanto, trouxeram apenas dois trabalhos (BOYSON, 2014; OLIVA, 2016) que apresentam a elaboração e/ou emprego de modelos de maturidade que tratem do GRCS.

Fawcett, Jones e Fawcett (2012) tratam da confiança na cadeia de suprimentos, para inovação colaborativa, propondo um modelo de maturidade para compreensão dos diferentes níveis de confiança, enquanto Böhme et al. (2016) avaliam a maturidade de cadeia de suprimentos no setor hospitalar público, com o objetivo de melhorar a confiabilidade dos fluxos de valor. A abordagem de MacCarthy et al. (2016) apresenta a maturidade como estágios do ciclo de vida, trazendo, por exemplo, a indústria do aço como uma cadeia de suprimentos madura, por sua relativa estabilidade e capacidade tecnológica robusta. A introdução de inovação na cadeia de suprimentos é o contexto do trabalho de Ward et al. (2018), propondo um framework de maturidade de três dimensões: maturidade tecnológica, maturidade da cadeia de suprimentos e maturidade do produto.

Lockamy III et al. (2008) estudaram a relação entre maturidade dos processos, incertezas e desempenho da cadeia de suprimentos, identificando que ao melhorar a maturidade do processo e reduzir incertezas atinge-se desempenho superior. Um dos focos da pesquisa de Hoffmann, Schiele e Krabbendam (2013) foi avaliar o efeito da maturidade do processo de gerenciamento de risco de fornecimento e sua relação com a incerteza, obtendo que a maturidade dos processos influencia o desempenho da gestão de riscos, o foco foi os riscos de fornecimento.

Riscos de fornecimento ainda são tratados em Micheli, Cagno e Zorzini (2008), trazendo a seleção de fornecedores e a gestão do risco de fornecimento como vias para gerenciar essa classe de risco, e em Mostafaeipour, Qolipour e Eslami (2017) que propõem um modelo matemático para selecionar e alocar pedidos aos fornecedores de forma a minimizar o risco de fornecimento. Revilla e Sáenz (2014) consideram em seu framework os riscos de interrupção ou ruptura da cadeia, de difícil previsão e alto impacto. Kumar Sharma e Sharma (2015) avaliam os riscos da cadeia de suprimentos com o emprego de probabilidade condicional, e o trabalho de Zanjirchi, Jalilian e Mirhoseini (2017) apresenta fatores de risco da cadeia de suprimentos como atuantes sobre a agilidade organizacional.

3.2 Características dos Modelos de Maturidade identificados na revisão da literatura

Conforme apresentado anteriormente, apenas os trabalhos de Oliva (2016) e Boyson (2014) trazem a proposição de modelos de maturidade para avaliação da gestão de risco no contexto da cadeia de suprimentos. Identificou-se que a proposta de Oliva (2016) é um modelo de maturidade de 5 níveis com foco na *Enterprise Risk Management* e cadeia de suprimentos, enquanto Boyson (2014) traz um modelo de 3 fases que enfoca a gestão de risco na *Cyber Supply Chain*, abordando a área de *Cybersecurity* e Tecnologia da Informação na cadeia de suprimentos.

Segundo Oliva (2016), conforme o gerenciamento de riscos assume níveis mais elevados, deixa de ser apenas uma área especializada dentro da organização e tem sua presença permeando os processos-chave organizacionais. O autor destaca ainda, como características relevantes para a avaliação do nível de maturidade a transparência na comunicação de riscos potenciais, a participação de agentes externos na gestão de riscos e a avaliação de riscos no ambiente de valor.

Boyson (2014) traz que o gerenciamento de riscos na *Cyber Supply Chain* pode ser definido como a estratégia organizacional e as atividades para avaliação e mitigação dos riscos nos processos que constituem as cadeias de suprimento para redes de Tecnologia da Informação, hardware e sistemas de software, incluindo as fases de projeto, desenvolvimento, produção, integração e implantação. Seu modelo de maturidade é construído como *Capability Maturity Model* (CMM) e apresenta três fases. A Tabela 3 a seguir traz os níveis de maturidade na estrutura dos modelos observados.

Tabela 3 – Níveis dos Modelos de Maturidade identificados.

Autoria	Níveis (fases) do Modelo de Maturidade
Boyson (2014)	<p>Para cada uma das fases os fatores-chave <i>Governança, Integração de sistemas e Operações</i> são considerados na avaliação:</p> <p>Fase 1 – Emergente – gerenciamento não implementado ou ainda em planejamento; atividades de avaliação e monitoração dos riscos não definidas.</p> <p>Fase 2 – Diligente – a implementação dos processos é inicial ou ainda limitada, mas há um esforço constante para pôr em prática os controles da cadeia de suprimentos. Há avaliação de riscos selecionados, mas a capacidade de monitorá-los é limitada.</p> <p>Fase 3 – Proficiente – a implementação é experiente e obtêm-se melhorias no processo em toda a cadeia de suprimentos. A avaliação de riscos é abrangente por toda a cadeia, envolvendo fornecedores e clientes; extensa capacidade de monitoramento dos riscos.</p>
Oliva (2016)	<p>Nível 1 – Insuficiente – as organizações nesse nível possuem pouca consciência dos riscos e não já estrutura física ou conceitual dedicada ao seu gerenciamento, que ocorre de forma não estruturada.</p> <p>Nível 2 – Contingencial – as organizações têm consciência dos riscos a que estão sujeitas, porém, o gerenciamento ainda é feito de forma grosseira.</p> <p>Nível 3 – Estruturado – maior grau de organização dos processos de gerenciamento de risco, com um uso intenso de técnicas, ferramentas e métodos para essa gestão.</p> <p>Nível 4 – Participativo – organizações possuem alto nível de conscientização e organização em relação aos processos de gerenciamento de risco. A gestão é orientada à participação da maior parte dos funcionários.</p> <p>Nível 5 – Sistêmico – nível mais alto; as organizações possuem um gerenciamento de risco consciente, organizado e transparente. Consideram a avaliação de riscos presentes em seu ambiente de valor, indo além dos limites da organização. Podem utilizar suporte externo de consultoria, parceiros, pesquisadores, para melhorar sua gestão de risco.</p>

Fonte: A Autora (2019)

A revisão da literatura realizada objetivou identificar publicações que abordaram o GRCS e a avaliação da maturidade dessa gestão nas organizações. O foco estava na elaboração e emprego de modelos de maturidade. Os resultados obtidos e apresentados nos tópicos acima permitem afirmar que a cadeia de suprimentos é abordada por diferentes perspectivas, como a integração e inserção de inovação e inclusive avaliação da maturidade de sua gestão e abordagens para o gerenciamento de riscos específicos, como os riscos de fornecimento. Porém, no que diz respeito à elaboração e emprego de modelos de maturidade para avaliação do gerenciamento de risco como um todo na cadeia, apenas dois trabalhos mereceram destaque.

A cadeia de suprimentos existe em um ambiente cada vez mais complexo, dessa forma, determinar e compreender o nível de maturidade do seu gerenciamento de risco apresenta-se como fator decisivo. O que se justifica pela importância da compreensão da maturidade organizacional para a elaboração de estratégias e definição de táticas e atividades mais adequadas ao seu contexto. A partir da avaliação do nível de maturidade, será possível às organizações numa cadeia determinar o melhor direcionamento de seus esforços para responder às inúmeras variáveis presentes no ambiente que influenciam seu desempenho e alcance de seus objetivos

A proposição de Modelo de Maturidade para avaliação do GRCS apresentada nesse trabalho atinge uma lacuna em área de elevada complexidade para a gestão organizacional. A proposta de aplicação de método MCDA na construção desse modelo constitui ainda uma abordagem que não foi identificada em publicações anteriores, também de acordo com os resultados da revisão da literatura desenvolvida. Os artigos trouxeram a avaliação do nível de maturidade através de técnicas estatísticas multivariadas, como análise fatorial, análise de cluster e regressão logística multinomial (OLIVA, 2016), aplicação de modelo *fuzzy* para cálculo de índice de maturidade com base em critérios relevantes e melhores práticas (ZHAO, HWANG, LOW, 2013), ou a estruturação de modelos conceituais (BOYSON, 2014; BROFT, BADI, PRYKE, 2016). Entretanto, não se identificou avaliações que envolvam MCDA e problemática de classificação de organizações em níveis de maturidade.

4 CONSTRUÇÃO DO MODELO DE MATURIDADE PARA GERENCIAMENTO DE RISCO NA CADEIA DE SUPRIMENTOS

4.1 Modelo de Maturidade para GRCS

A revisão da literatura apresentou apenas dois trabalhos que mereceram destaque no contexto da proposta de modelo de maturidade para Gerenciamento de Risco na Cadeia de Suprimentos, Oliva (2016) e Boyson (2014). Dessa forma, para a etapa de estruturação dos níveis de maturidade, considerou-se também modelos de maturidade presentes na literatura de Gerenciamento de Risco (HILLSON, 1997; WIECZOREK-KOSMALA, 2014) e de Gestão da Cadeia de Suprimentos (LAHTI; SHAMSUZZOHA; HELO, 2009; LOCKAMY; MCCORMACK, 2004; STEVENS, 1989; ZHAO et al., 2006). Essa decisão permitiu definir as características que seriam esperadas de cada nível de maturidade de forma mais consistente.

O modelo construído abrange a determinação dos riscos presentes numa cadeia de suprimentos (HO et al., 2015; SODHI; TANG, 2012; TANG, 2006; TUMMALA; SCHOENHERR, 2011) sobre os quais a organização deve atuar, as fases do processo de gestão de risco definidas na literatura (SODHI; SON; TANG, 2012; SODHI; TANG, 2012), que corroboram com o apresentado pela NBR ISO 31000:2018 (ABNT, 2018), e aspectos organizacionais determinantes à uma gestão de risco madura, para os quais se tomou por base os atributos de uma gestão de risco avançada, segundo a NBR ISO 31000:2018 (ABNT, 2018), e os princípios fundamentais para implantação de um Sistema de Gestão da Qualidade, como liderança e melhoria contínua, a partir da ISO 9001:2015. Essas duas normas mencionadas possuem abordagens com algumas inter-relações. O texto da ISO 9001:2015 afirma que para estar em conformidade com seus requisitos uma organização precisa aplicar ações para tratar riscos e oportunidades, o que estabeleceria uma base para aumentar a eficácia do sistema de gestão da qualidade (ABNT, 2015).

O modelo de maturidade elaborado é constituído de quatro níveis, seguindo as propostas encontradas na literatura, em que modelos que possuem entre três e seis níveis são os mais recomendados. Os níveis de maturidade são avaliados nas dimensões Riscos Gerenciados, Processo de Gestão de Risco e Suporte Organizacional à Gestão. Para cada nível definido apresenta-se uma descrição de suas características. O modelo de maturidade é exposto na Tabela 4 a seguir.

Tabela 4 - Níveis de Maturidade no Gerenciamento de Risco na Cadeia de Suprimentos

DIMENSÕES	CRITÉRIOS	NÍVEL 1	NÍVEL 2	NÍVEL 3	NÍVEL 4
1. Riscos gerenciados	Riscos de demanda				
	Riscos de produção				
	Riscos de fornecimento	Não há ação para gestão de nenhum tipo de risco operacional ou micro risco: risco de demanda, de produção, de fornecimento, financeiro, de informação ou de transporte.	Atuação para gestão e minimização de riscos operacionais: risco de demanda, de produção, de fornecimento, financeiro, de informação ou de transporte.	Atuação para gestão e minimização de todos os riscos operacionais – risco de demanda, de produção, de fornecimento, financeiro, de informação, de transporte; envolvendo a cadeia interna e externa.	Atuação para gestão e minimização de todos os riscos operacionais na cadeia interna e externa – risco de demanda, de produção, de fornecimento, financeiro, de informação, de transporte; e riscos de interrupção (macro riscos).
	Riscos financeiros				
	Riscos de informação				
	Riscos de transporte				
	Riscos de interrupção (macro riscos)				
2. Processo de Gestão de Risco	Identificação	Pouca percepção dos riscos a que a organização está sujeita. Nenhum uso de técnicas/ferramentas de identificação de riscos ou uso apenas de ferramentas simples.	Organização tem maior percepção dos riscos a que está sujeita. São aplicadas técnicas/ferramentas simples na identificação desses riscos, mas a organização pode experimentar o emprego de técnicas/ferramentas mais complexas.	Organização identifica plenamente os riscos a que está sujeita, com o emprego efetivo de técnicas/ferramentas simples e complexas.	Organização identifica plenamente os riscos a que está sujeita, com o emprego efetivo de técnicas/ferramentas simples e complexas.
	Avaliação	Não é feita nenhuma avaliação quanto a probabilidade de ocorrência e magnitude de impacto dos riscos.	São empregadas técnicas/ferramentas para avaliação dos riscos identificados quanto a sua probabilidade de ocorrência e magnitude de impacto. Entretanto, a organização ainda não aplica seus resultados efetivamente para gerir os riscos.	Riscos identificados são avaliados quanto a sua probabilidade de ocorrência e magnitude de impacto, com o emprego efetivo de técnicas/ferramentas. A gestão desses riscos pode ser priorizada de acordo com os resultados das avaliações.	Riscos identificados são avaliados quanto a sua probabilidade de ocorrência e magnitude de impacto, com o emprego efetivo de técnicas/ferramentas. A gestão desses riscos é priorizada de acordo com os resultados das avaliações.
	Resposta e Mitigação	Não são empregadas nenhuma estratégia ou prática para resposta ou mitigação dos riscos.	A organização começa a empregar estratégias e práticas para responder ou mitigar riscos.	Estratégias e práticas de resposta e mitigação dos riscos são implementadas efetivamente.	Estratégias e práticas de resposta e mitigação dos riscos são implementadas efetivamente.
	Monitoramento	Não há registros, relatórios ou nenhum controle quanto à ocorrência de riscos nem preparação para riscos futuros.	Não há registros, relatórios ou nenhum controle quanto à ocorrência de riscos nem preparação para riscos futuros.	Organização começa a estruturar e produzir registros/documentação da identificação de riscos e de sua avaliação. Além de resultados da priorização, caso seja empregada.	Organização mantém registros/documentação dos processos de gestão de risco (riscos identificados, avaliados), verificando: efetividade das estratégias/práticas de gestão de risco empregadas, o surgimento de novos riscos.
3. Suporte Organizacional à Gestão	Comunicação	Não existe comunicação ou troca de informações entre departamentos quanto aos processos de gestão de risco e seu desempenho. Alta direção não está comprometida e não há entre os membros da organização uma noção de suas funções e responsabilidades na gestão dos riscos.	Há uma crescente preocupação quanto ao gerenciamento dos riscos percebidos, mas ainda falta maior comprometimento da alta direção e responsabilidade dos membros da organização no processo de gestão de riscos. A comunicação e troca de informações ainda é ineficiente e não há acompanhamento do desempenho do processo de gestão de risco.	O processo de gestão dos riscos começa a estar mais integrado à rotina da organização agora que se tem plena identificação dos riscos e sua avaliação. Os registros desse processo auxiliam na comunicação e troca de informações entre áreas/departamentos da organização. Membros da organização possuem maior consciência de seus papéis e responsabilidades.	Processo de gestão de risco integrado à rotina da organização, com comunicação e troca de informações consistente entre áreas/departamentos. Há acompanhamento do desempenho dos processos de gestão de risco para melhoria. Alta gerência e demais membros da organização estão comprometidos com o processo e conscientes de suas funções e responsabilidades.
	Comprometimento da alta direção				
	Cultura Organizacional				
	Recursos				
	Melhoria Contínua				
Integração					

Fonte: A Autora (2019)

O corpo da Tabela 4 traz a definição do que é esperado em organizações pertencentes a cada um dos níveis de maturidade segundo cada dimensão considerada. Os atributos que compõem as dimensões apresentadas foram detalhados em critérios, estes apresentados na segunda coluna da tabela, e subcritérios que permitem avaliar a maturidade das organizações no GRCS. Essas estruturas definidas no modelo de maturidade constituem elementos básicos, *inputs*, para a elaboração do modelo de apoio à decisão multicritério. A avaliação das organizações segundo os critérios definidos foi obtida através da aplicação de questionário, disponível no Apêndice A.

Para a dimensão Gerenciamento de Risco, por exemplo, o questionário apresenta fatores de risco relacionados a cada tipificação identificada da literatura, onde a atuação sobre cada uma dessas é um critério a ser avaliado. Questiona-se o grau de atuação da organização sobre esses fatores. Tomando como exemplo os Riscos de Fornecimento tem-se os fatores: Não cumprimento de requisitos de entrega; Interrupções de fornecimento; Falta de flexibilidade para mudanças de volume, entre outros. Ainda, para o critério Resposta e Mitigação, pertencente à dimensão Processo de Gestão de Risco, avalia-se para cada tipo de risco o grau de utilização de Estratégias de Resposta e/ou Mitigação. Exemplificando, também para Riscos de Fornecimento, as estratégias avaliadas são: Projeto da rede de fornecedores; Relacionamento com Fornecedores; Processo de seleção de fornecedores; Alocação de pedidos de fornecedores; e Contratos de Fornecimento.

Um maior detalhamento da estruturação do modelo de apoio à decisão multicritério que permitiu classificar organizações nos níveis de maturidade do modelo construído e a forma de avaliação das organizações é apresentado nas próximas seções.

4.2 Estruturação do Modelo de Apoio à Decisão Multicritério

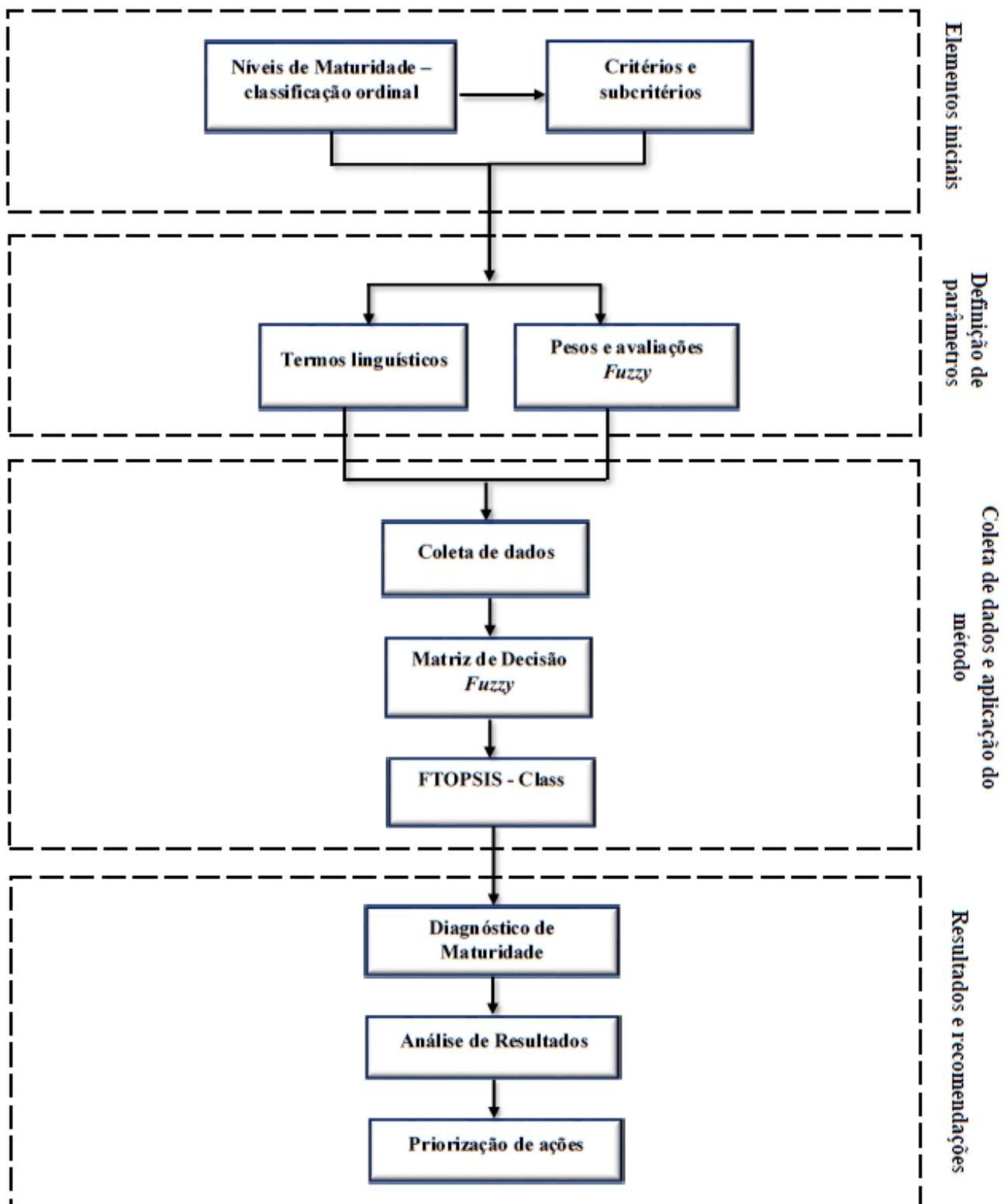
Definidos os níveis teóricos do modelo de maturidade para GRCS, bem como os atributos para avaliação, seguiu-se a etapa de estruturação de um modelo de apoio à decisão para avaliação da maturidade. O proposto nesse trabalho envolve a classificação de organizações integrantes de uma cadeia de suprimentos em níveis de maturidade predefinidos, através de sua avaliação por múltiplos critérios. Elaborou-se, portanto, um modelo multicritério de apoio à decisão. A decisão multicritério é aplicável quando se deseja avaliar múltiplos objetivos de forma integrada (DE ALMEIDA, 2013), nesse contexto, a presença e grau de alcance de

atributos que determinam a classificação em um certo nível de maturidade. A etapa de elaboração do modelo de apoio à decisão desdobra-se em fases que constituem a estruturação de um problema de decisão multicritério. O procedimento de elaboração do modelo traz as fases: Preliminar, onde estrutura-se os elementos básicos para o problema de decisão; de Modelagem das Preferências e Escolha do Método; e de Finalização, envolvendo a avaliação das alternativas, análise de sensibilidade e de resultados (DE ALMEIDA, 2013).

A estabelecimento dos critérios é parte integrante da fase Preliminar. Alguns dos critérios definidos foram desdobrados em subcritérios, possibilitando tornar mais clara a avaliação e ampliar a abrangência dos fatores relevantes. Definiu-se ainda, através da atuação dos analistas de decisão, as variáveis linguísticas e pesos *fuzzy* para avaliação desses critérios, e quais integrantes das organizações realizariam a avaliação das mesmas, determinando-se que deveriam ser gestores dos departamentos envolvidos no GRCS e/ou da alta direção. Na etapa de Modelagem de Preferências e Seleção do Método optou-se pelo FTOPSIS-Class (FERREIRA et al., 2018). O método foi escolhido com base na sua adequação à problemática de classificação ordinal, para classificar organizações em níveis do modelo de maturidade para GRCS, e à racionalidade compensatória existente entre os critérios. Considerou-se também que o método atende à necessidade de captação das imprecisões do julgamento humano nas avaliações dos critérios e alternativas, através de variáveis linguísticas e lógica *fuzzy*, e à necessidade de simplicidade de compreensão para os avaliados e de minimização do volume de informação a ser captada junto a esses.

Segue-se a partir disso a avaliação das alternativas e aplicação propriamente dita do método MCDA selecionado. A Figura 10 a seguir apresenta o *framework* para avaliação de maturidade nas organizações com a aplicação do modelo de apoio à decisão multicritério, trazendo etapas com a definição dos *inputs* necessários à seleção, aplicação do método e a obtenção dos resultados

Figura 4 – Framework para avaliação de maturidade em cadeias de suprimento



Fonte: A Autora (2019).

Nessa representação da estrutura do modelo de apoio à decisão os níveis de maturidade que definem a seleção da problemática de classificação ordinal e os critérios e subcritérios são advindos do modelo de maturidade construído, apresentado na Tabela 4. Eles constituem a primeira parcela dos elementos básicos fundamentais à seleção e aplicação do método. Os demais elementos definidos dizem respeito aos termos linguísticos e pesos e avaliações *fuzzy*, que serão apresentados na próxima seção. Esses termos são empregados no questionário para avaliação das organizações, obtendo uma matriz de decisão *fuzzy* e na aplicação do método, nos pesos de cada critério. Aplicado o método MCDA, obtém-se o diagnóstico de maturidade, com a classificação das organizações avaliadas nos níveis de maturidade do modelo.

Na seção seguinte serão apresentados os resultados das etapas descritas do modelo de decisão multicritério para o modelo de maturidade exposto ao início desse capítulo. A etapa de Finalização, com a avaliação das alternativas e obtenção dos resultados é vista no Capítulo 5, em aplicação real em organizações do APL de confecções do Agreste pernambucano.

4.3 Modelo de Decisão Multicritério para Classificação de Organizações Integrantes de Cadeia de Suprimentos em níveis de Modelo de Maturidade para GRCS

O modelo de maturidade para GRCS proposto nesse trabalho é constituído de quatro níveis que são avaliados considerando-se três dimensões: Riscos Gerenciados, Gestão de Risco e Suporte Organizacional. Cada uma dessas dimensões desdobra-se em critérios e subcritérios que permitem a avaliação do grau de maturidade de uma organização integrante de cadeia de suprimentos quanto ao gerenciamento de riscos nessa cadeia.

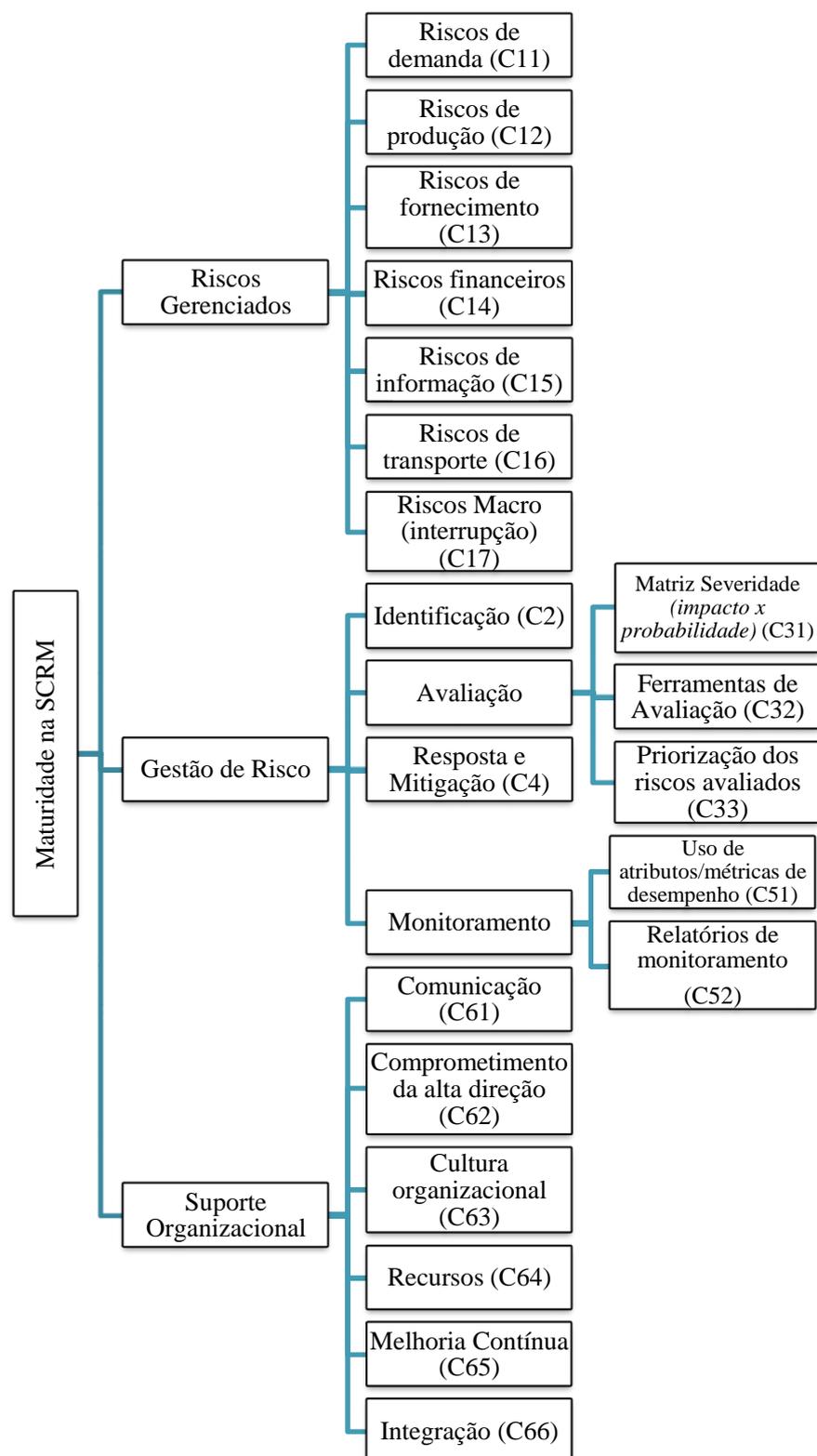
Ao avaliar-se os critérios e subcritérios considerou-se as técnicas e ferramentas para o processo de avaliação de riscos trazidas pela ISO/IEC 31010:2009 – Gestão de Risco, Técnicas de Avaliação de Riscos (IEC, 2009). Por exemplo, para os critérios Identificação e Avaliação de riscos, selecionou-se as técnicas que a norma apresenta como Fortemente Aplicável (*Strongly applicable*) nessas etapas do processo de gerenciamento de risco. Na própria norma é ressaltado que ela reflete práticas e técnicas de avaliação de risco atuais que atingiram nível satisfatório de consenso entre profissionais.

Considerou-se também a tipificação de riscos da cadeia de suprimentos presente na literatura (HO et al., 2015; SODHI; TANG, 2012; TANG; NURMAYA MUSA, 2011), assim como as estratégias de gestão, resposta e mitigação evidenciadas nas publicações consultadas (HO et al., 2015; TANG, 2006a, 2006b). Os atributos e métricas utilizados para avaliação do

desempenho do processo de gerenciamento de risco tem sua origem no *Supply Chain Operations Reference Model* (SCOR). O SCOR é uma estrutura organizada pelo *Supply Chain Council* visando melhorar a efetividade da gestão da cadeia de suprimentos. Ele apresenta relações entre processos de negócios, métricas, melhores práticas e tecnologia considerando seis processos primários de gestão: planejar, fornecer, produzir, entregar, retornar, habilitar (SUPPLY CHAIN COUNCIL, 2012).

Os critérios e subcritérios estabelecidos dentro das dimensões consideradas estão representados na Figura 5 a seguir.

Figura 5 – Critérios e subcritérios para avaliação dos níveis de maturidade



Fonte: A Autora (2019)

A avaliação desses critérios, bem como a ponderação dos pesos, deu-se pelo emprego de variáveis linguísticas expressas de forma quantitativa através de números *fuzzy*. Essas variáveis linguísticas e seus números *fuzzy* correspondentes foram determinadas segundo uma escala Likert de cinco pontos (LIKERT, 1932), sendo cada ponto representado por uma variável linguística (por exemplo, para avaliação das alternativas, de “Nenhum”, o menos desejável, a ‘Integral’, o mais desejável). A Tabela 5 a seguir traz a descrição dessas variáveis linguísticas junto aos respectivos números *fuzzy* trapezoidais para avaliação das alternativas e pesos dos critérios.

Tabela 5 - Variáveis linguísticas

Classificação		Número Fuzzy Trapezoidal				Peso	Número Fuzzy Trapezoidal			
Nenhum (N)	Não se aplica (NS)	0	0	0,1	0,2	Pouco (P)	0	0	0,1	0,2
Pouco (P)	Pouco Aplicável (PA)	0,1	0,2	0,3	0,4	Moderado (M)	0,1	0,2	0,3	0,4
Moderado (M)	Aplicação Moderada (AM)	0,3	0,4	0,5	0,6	Importante (I)	0,3	0,4	0,5	0,6
Elevado (E)	Ampla Aplicação (AA)	0,5	0,6	0,7	0,8	Muito importante (MI)	0,5	0,6	0,7	0,8
Integral/Total (I)	Aplicação total (AT)	0,7	0,8	0,9	1	Extremamente importante (EI)	0,7	0,8	0,9	1

Fonte: A Autora (2019)

Os níveis do modelo de maturidade, categorias ou classes em que as organizações são classificadas, possuem na modelagem no método TOPSIS-Class um perfil que indica, para cada critério considerado, a avaliação mínima que uma alternativa deve ter para que se considere que essa se encontra naquele dado nível para o atributo avaliado. Essas avaliações determinarão as soluções ideais do FTOPSIS-Class como descrito no passo 5 do método na seção 2.6. As avaliações dos critérios para cada um dos níveis de maturidade do modelo são apresentadas na Tabela 6 a seguir.

Tabela 6 – Avaliação dos critérios para cada nível do modelo de maturidade

Maturidade no GRCS	Critérios																			
	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C2	C31	C32	C33	C4	C51	C52	C61	C62	C63	C64	C65	C66
Nível 1	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Nível 2	M	M	M	P	P	P	P	P	M	P	P	P	N	N	P	P	P	P	P	P
Nível 3	M	M	M	M	M	M	P	M	M	M	P	M	P	P	M	M	M	M	P	P
Nível 4	E	E	E	M	M	M	M	E	E	E	M	E	M	M	E	E	M	M	M	M

Fonte: A Autora (2019)

O capítulo seguinte traz uma aplicação do modelo multicritério para classificação de organizações em níveis de maturidade no gerenciamento de riscos da cadeia de suprimentos. As avaliações de cada organização segundo os critérios considerados no modelo puderam ser obtidas através de aplicação do questionário, em que os respondentes avaliaram cada critério através da escala de cinco pontos apresentada anteriormente. Esse instrumento de pesquisa é apresentado no Apêndice A.

5 MODELO DE MATURIDADE PARA GRCS – APLICAÇÃO EM ORGANIZAÇÕES DO APL DE CONFECÇÕES DE PERNAMBUCO

5.1 Ambiente de estudo e organizações pesquisadas

O denominado APL de Confecções do Agreste pernambucano é constituído por dez municípios, Agrestina, Brejo da Madre de Deus, Caruaru, Cupira, Riacho das Almas, Santa Cruz do Capibaribe, Surubim, Taquaritinga do Norte, Toritama e Vertentes. Há pesquisas ainda que adicionam outros municípios a esses, porém, em números de unidades produtivas e pessoal empregado, o acréscimo seria pequeno se comparado às cidades listadas (SEBRAE, 2013). Dentre essas destacam-se Caruaru, Santa Cruz do Capibaribe e Toritama, núcleo onde se iniciou o APL e principais produtores e centros de comercialização de confecção. As três cidades respondem por 76% do pessoal ocupado na produção de peças de vestuário (SEBRAE, 2013) e por 59% dessa produção no estado, o que corresponde a um volume de 143,058 milhões de peças (IEMI, 2017).

As fabricantes de vestuário das cidades do APL precisam lidar com alguns fatores característicos tais como a escassez de mão de obra qualificada, a informalidade presente em muitos empreendimentos, a imagem de produção de bens de baixa qualidade (advinda das origens do APL com foco no baixo custo e venda apenas nas chamadas ‘feiras da sulanca’ das cidades principais), além da elevada carga tributária (SEBRAE, 2013). Dentre as dificuldades enfrentadas pelo setor em Pernambuco destacam-se o preço elevado de matérias-primas, seguida pela falta dessas e sua pouca variedade, como cores e estampas de tecidos e malhas, que muitas vezes precisam vir de outros estados incorrendo em maiores custos, como valores de frete (IEMI, 2017). Entretanto, há fatores que favorecem o APL e podem gerar vantagem competitiva, como a capacidade empreendedora da região, que agora foca na expansão de seu mercado e em agregar qualidade aos produtos, a sua localização com alta concentração de empresas numa pequena área, inclusive com centros para a comercialização atacadista e varejista, e o preço atrativo dos produtos, em comparação aos de outras regiões do país (SEBRAE, 2013).

O estado de Pernambuco abriga 964 unidades produtoras de vestuário que possuem CNPJ, porte industrial e mais de quatro funcionários (IEMI, 2017). A partir deste universo,

foram escolhidas organizações que possuíssem características mínimas para a aplicação do modelo desenvolvido nesse trabalho, considerando-se que as organizações precisariam atender a uma estrutura básica para participação no tipo de avaliação proposta. As organizações avaliadas neste trabalho possuem entre 50 e 200 funcionários, qualificando-as como empresas de pequeno e médio porte, segundo o critério de classificação do SEBRAE para indústria (SEBRAE, 2013). Elas possuem um mínimo de 15 anos de atuação em seu segmento e um máximo de 29 anos, indicando que são organizações experientes no setor confeccionistas e estabelecidas no segmento em que atuam.

Os principais segmentos de atuação no setor de vestuário das organizações do APL do Agreste, de acordo com a produção de 2016, são a moda casual (38% do volume produzido), o *jeanswear* (24%) e a moda íntima e de dormir (15%) (IEMI, 2017), entretanto se tem ainda produção de linha profissional (fardamentos), moda praia e esportiva, e social, com parcelas menores de participação. Essa pesquisa obteve a participação de quatro organizações de diferentes segmentos de vestuário, enriquecendo a avaliação. As participantes da pesquisa pertencem aos segmentos de moda casual feminina e masculina, moda íntima, roupas esportivas e de roupas profissionais (fardamentos), sendo duas delas localizadas na cidade de Caruaru e duas na cidade de Santa Cruz do Capibaribe.

5.2 Aplicação do modelo de maturidade para GRCS

A partir do instrumento de pesquisa elaborado, questionário disponível no Apêndice A, inicialmente simulou-se a avaliação de quatro alternativas, possíveis respostas de organizações em diferentes níveis de maturidade. Foram simuladas duas alternativas que corresponderiam a organizações nos níveis extremos superior e inferior de maturidade e duas nos níveis intermediários, níveis 2 e 3. Ao constatar a alocação de alternativas cuja classificação em determinados níveis era a esperada pode-se verificar a coerência do modelo. A avaliação do modelo em contexto real deu-se através da aplicação do mesmo questionário em quatro organizações integrantes do APL de confecções do estado de Pernambuco. Totalizou-se assim oito alternativas a serem classificadas.

As organizações foram contatadas inicialmente por telefone e por e-mail, explicando-se as motivações da pesquisa, como se daria a obtenção das informações, reforçando a

confidencialidade e esclarecendo possíveis dúvidas. Entretanto, ainda houve dificuldade em obter a participação de organizações na pesquisa. Nas fabricantes de confecção dispostas a participar, o questionário foi aplicado pessoalmente em entrevista com a direção da empresa ou gestores de produção. Os entrevistados possuíam curso superior e encontravam-se exercendo seu cargo na organização há no mínimo um ano, sendo um deles o proprietário, presente na organização, com 15 anos de existência, desde sua fundação.

Tabela 7 a seguir traz a matriz de decisão *fuzzy* obtida através das respostas ao questionário, onde se tem a avaliação de cada alternativa, organização A_i , para cada critério j considerado.

Tabela 7 – Matriz de Decisão Fuzzy

	C11				C12				C13				C14			
A1	0,0714	0,1429	0,2429	0,3429	0,1200	0,2000	0,3000	0,4000	0,0625	0,1250	0,2250	0,3250	0,0286	0,0571	0,1571	0,2571
A2	0,7000	0,8000	0,9000	1,0000	0,7000	0,8000	0,9000	1,0000	0,7000	0,8000	0,9000	1,0000	0,6714	0,7714	0,8714	0,9714
A3	0,1000	0,1714	0,2714	0,3714	0,2700	0,3600	0,4600	0,5600	0,3250	0,4250	0,5250	0,6250	0,2571	0,3429	0,4429	0,5429
A4	0,5286	0,6286	0,7286	0,8286	0,4800	0,5800	0,6800	0,7800	0,2750	0,3750	0,4750	0,5750	0,2429	0,3429	0,4429	0,5429
A5	0,2714	0,3714	0,4714	0,5714	0,4000	0,5000	0,6000	0,7000	0,2750	0,3750	0,4750	0,5750	0,4429	0,5429	0,6429	0,7429
A6	0,2000	0,2857	0,3857	0,4857	0,4200	0,5200	0,6200	0,7200	0,3500	0,4500	0,5500	0,6500	0,4143	0,5143	0,6143	0,7143
A7	0,5857	0,6857	0,7857	0,8857	0,6200	0,7200	0,8200	0,9200	0,6500	0,7500	0,8500	0,9500	0,5286	0,6286	0,7286	0,8286
A8	0,3286	0,4286	0,5286	0,6286	0,2800	0,3800	0,4800	0,5800	0,4250	0,5250	0,6250	0,7250	0,1571	0,2571	0,3571	0,4571
	C15				C16				C17				C2			
A1	0,0400	0,0800	0,1800	0,2800	0,0800	0,1600	0,2600	0,3600	0,0000	0,0000	0,1000	0,2000	0,0383	0,0767	0,1767	0,2767
A2	0,7000	0,8000	0,9000	1,0000	0,7000	0,8000	0,9000	1,0000	0,5889	0,6889	0,7889	0,8889	0,5467	0,6467	0,7467	0,8467
A3	0,2600	0,3600	0,4600	0,5600	0,3400	0,4400	0,5400	0,6400	0,3111	0,4000	0,5000	0,6000	0,0383	0,0600	0,1600	0,2600
A4	0,1200	0,2000	0,3000	0,4000	0,2800	0,3600	0,4600	0,5600	0,2000	0,2889	0,3889	0,4889	0,0833	0,1333	0,2333	0,3333
A5	0,6200	0,7200	0,8200	0,9200	0,3800	0,4800	0,5800	0,6800	0,3444	0,4444	0,5444	0,6444	0,1733	0,2533	0,3533	0,4533
A6	0,4200	0,5200	0,6200	0,7200	0,3400	0,4400	0,5400	0,6400	0,2111	0,2667	0,3667	0,4667	0,1450	0,2033	0,3033	0,4033
A7	0,5800	0,6800	0,7800	0,8800	0,6600	0,7600	0,8600	0,9600	0,3000	0,4000	0,5000	0,6000	0,5200	0,6167	0,7167	0,8167
A8	0,1800	0,2800	0,3800	0,4800	0,3400	0,4400	0,5400	0,6400	0,1222	0,2222	0,3222	0,4222	0,2450	0,3033	0,4033	0,5033
	C31				C32				C33				C4			
A1	0,0000	0,0000	0,1000	0,2000	0,0200	0,0400	0,1400	0,2400	0,0000	0,0000	0,1000	0,2000	0,0000	0,0000	0,1000	0,2000
A2	0,7000	0,8000	0,9000	1,0000	0,5067	0,6067	0,7067	0,8067	0,7000	0,8000	0,9000	1,0000	0,5743	0,6600	0,7600	0,8600
A3	0,6000	0,6857	0,7857	0,8857	0,0867	0,1200	0,2200	0,3200	0,3000	0,4000	0,5000	0,6000	0,1286	0,1829	0,2829	0,3829
A4	0,2000	0,2286	0,3286	0,4286	0,0900	0,1267	0,2267	0,3267	0,3000	0,4000	0,5000	0,6000	0,2383	0,3033	0,4033	0,5033
A5	0,7000	0,8000	0,9000	1,0000	0,1033	0,1400	0,2400	0,3400	0,3000	0,4000	0,5000	0,6000	0,3594	0,4384	0,5384	0,6384
A6	0,3000	0,3429	0,4429	0,5429	0,0800	0,1133	0,2133	0,3133	0,3000	0,4000	0,5000	0,6000	0,2139	0,2856	0,3856	0,4856
A7	0,7000	0,8000	0,9000	1,0000	0,2400	0,2867	0,3867	0,4867	0,5000	0,6000	0,7000	0,8000	0,4627	0,5627	0,6627	0,7627
A8	0,6000	0,6857	0,7857	0,8857	0,1200	0,1533	0,2533	0,3533	0,1000	0,2000	0,3000	0,4000	0,1633	0,2324	0,3324	0,4324
	C51				C52				C61				C62			
A1	0,0600	0,1200	0,2200	0,3200	0,0000	0,0000	0,1000	0,2000	0,1000	0,2000	0,3000	0,4000	0,1000	0,2000	0,3000	0,4000
A2	0,7000	0,8000	0,9000	1,0000	0,7000	0,8000	0,9000	1,0000	0,7000	0,8000	0,9000	1,0000	0,7000	0,8000	0,9000	1,0000
A3	0,0000	0,0000	0,1000	0,2000	0,0000	0,0000	0,1000	0,2000	0,1000	0,2000	0,3000	0,4000	0,1000	0,2000	0,3000	0,4000
A4	0,3800	0,4800	0,5800	0,6800	0,6000	0,6857	0,7857	0,8857	0,3000	0,4000	0,5000	0,6000	0,5000	0,6000	0,7000	0,8000
A5	0,5000	0,6000	0,7000	0,8000	0,1000	0,1143	0,2143	0,3143	0,3000	0,4000	0,5000	0,6000	0,3000	0,4000	0,5000	0,6000
A6	0,4200	0,5200	0,6200	0,7200	0,7000	0,8000	0,9000	1,0000	0,1000	0,2000	0,3000	0,4000	0,3000	0,4000	0,5000	0,6000
A7	0,6200	0,7200	0,8200	0,9200	0,7000	0,8000	0,9000	1,0000	0,5000	0,6000	0,7000	0,8000	0,5000	0,6000	0,7000	0,8000
A8	0,1800	0,2800	0,3800	0,4800	0,4000	0,4571	0,5571	0,6571	0,5000	0,6000	0,7000	0,8000	0,5000	0,6000	0,7000	0,8000
	C63				C64				C65				C66			
A1	0,0000	0,0000	0,1000	0,2000	0,0000	0,0000	0,1000	0,2000	0,0000	0,0000	0,1000	0,2000	0,0000	0,0000	0,1000	0,2000
A2	0,7000	0,8000	0,9000	1,0000	0,7000	0,8000	0,9000	1,0000	0,7000	0,8000	0,9000	1,0000	0,7000	0,8000	0,9000	1,0000
A3	0,3000	0,4000	0,5000	0,6000	0,5000	0,6000	0,7000	0,8000	0,0000	0,0000	0,1000	0,2000	0,3000	0,4000	0,5000	0,6000
A4	0,5000	0,6000	0,7000	0,8000	0,3000	0,4000	0,5000	0,6000	0,1000	0,2000	0,3000	0,4000	0,1000	0,2000	0,3000	0,4000
A5	0,3000	0,4000	0,5000	0,6000	0,5000	0,6000	0,7000	0,8000	0,3000	0,4000	0,5000	0,6000	0,1000	0,2000	0,3000	0,4000
A6	0,3000	0,4000	0,5000	0,6000	0,3000	0,4000	0,5000	0,6000	0,1000	0,2000	0,3000	0,4000	0,3000	0,4000	0,5000	0,6000
A7	0,7000	0,8000	0,9000	1,0000	0,7000	0,8000	0,9000	1,0000	0,5000	0,6000	0,7000	0,8000	0,3000	0,4000	0,5000	0,6000
A8	0,3000	0,4000	0,5000	0,6000	0,1000	0,2000	0,3000	0,4000	0,1000	0,2000	0,3000	0,4000	0,3000	0,4000	0,5000	0,6000

Fonte: A Autora (2019)

Nos critérios de C11 a C17, Riscos Gerenciados, para cada tipo de risco observou-se a atuação sobre os fatores de riscos, avaliada através de variáveis linguísticas e agregada numa pontuação total. Para isso seguiu-se a agregação de avaliações de alternativas como em (LIMA-JUNIOR; CARPINETTI, 2016). Para C2, ferramentas de identificação de risco, e C32, ferramentas de avaliação de risco, avaliou-se o grau de utilização de cada ferramenta listada e

essas avaliações foram agregadas numa avaliação total ponderada, de acordo com a complexidade das ferramentas: baixa, média e alta. Emprego de matriz de severidade (C31) e elementos de relatórios de desempenho (C52) foram avaliados de forma dicotômica, ou se utiliza ou não. Em caso afirmativo atribui-se a maior avaliação, ‘Aplicação Total’, e caso contrário, ‘Não se aplica’. Para o uso de atributos e métricas de desempenho (C51) o procedimento foi análogo ao utilizado para os Riscos Gerenciados, enquanto para os elementos do suporte organizacional (C61 a C66) a avaliação correspondeu à resposta direta do decisor, nas variáveis linguísticas definidas.

A avaliação do critério referente a Resposta e Mitigação (C4), empregou uma regra de decisão um pouco mais elaborada. Caso o decisor responda que gerencia determinado tipo de risco, ele avaliará o grau em que as estratégias de resposta e/ou mitigação são empregadas. Essas avaliações são agregadas também conforme Lima-Junior, Carpinetti (2016) e se o resultado dessa agregação for superior ao valor correspondente à avaliação ‘Pouco’ se retornará o valor do resultado, caso contrário será retornado a avaliação mínima possível, ‘Nenhuma’, correspondendo a nenhum uso de estratégias de resposta e/ou mitigação. Caso o decisor responda que não gerencia um determinado tipo de risco, o modelo retornará a avaliação mínima para esse automaticamente. Ao final tem-se uma agregação de todas essas avaliações que fornece a pontuação global desse critério.

Para determinação dos pesos dos critérios, dado que o método empregado não propõe nem indica nenhum procedimento para elicitação desses valores assumiu-se que todos os critérios possuam o mesmo grau de importância. O peso dos critérios foi representado pela avaliação ‘Muito Importante’, dessa forma, para cada critério j , $\tilde{w}_j = (0,5; 0,6; 0,7; 0,8)$.

A próxima seção traz os resultados do desenvolvimento das demais etapas do FTOPSIS-Class (FERREIRA et al., 2018).

5.3 Resultados obtidos

A matriz de decisão *fuzzy*, construída com as avaliações das alternativas para cada critério, precisa ser normalizada, seguindo o passo 3 do método FTOPSIS-Class descrito na seção 2.6. Como não há critérios referentes a custos, para a normalização de todos os critérios aplicou-se $\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_{ij}}{d_j^*}, \frac{b_{ij}}{d_j^*}, \frac{c_{ij}}{d_j^*}, \frac{d_{ij}}{d_j^*} \right)$, onde $d_j^* = \max_i d_{ij}$, empregada para critérios cuja ordem de preferência é a maximização. A matriz de decisão *fuzzy* normalizada é apresentada na Tabela 8.

Tabela 8 – Matriz de decisão fuzzy normalizada

	C11				C12				C13				C14			
A1	0,0714	0,1429	0,2429	0,3429	0,1200	0,2000	0,3000	0,4000	0,0625	0,1250	0,2250	0,3250	0,0294	0,0588	0,1618	0,2647
A2	0,7000	0,8000	0,9000	1,0000	0,7000	0,8000	0,9000	1,0000	0,7000	0,8000	0,9000	1,0000	0,6912	0,7941	0,8971	1,0000
A3	0,1000	0,1714	0,2714	0,3714	0,2700	0,3600	0,4600	0,5600	0,3250	0,4250	0,5250	0,6250	0,2647	0,3529	0,4559	0,5588
A4	0,5286	0,6286	0,7286	0,8286	0,4800	0,5800	0,6800	0,7800	0,2750	0,3750	0,4750	0,5750	0,2500	0,3529	0,4559	0,5588
A5	0,2714	0,3714	0,4714	0,5714	0,4000	0,5000	0,6000	0,7000	0,2750	0,3750	0,4750	0,5750	0,4559	0,5588	0,6618	0,7647
A6	0,2000	0,2857	0,3857	0,4857	0,4200	0,5200	0,6200	0,7200	0,3500	0,4500	0,5500	0,6500	0,4265	0,5294	0,6324	0,7353
A7	0,5857	0,6857	0,7857	0,8857	0,6200	0,7200	0,8200	0,9200	0,6500	0,7500	0,8500	0,9500	0,5441	0,6471	0,7500	0,8529
A8	0,3286	0,4286	0,5286	0,6286	0,2800	0,3800	0,4800	0,5800	0,4250	0,5250	0,6250	0,7250	0,1618	0,2647	0,3676	0,4706
	C15				C16				C17				C2			
A1	0,0400	0,0800	0,1800	0,2800	0,0800	0,1600	0,2600	0,3600	0,0000	0,0000	0,1125	0,2250	0,0453	0,0906	0,2087	0,3268
A2	0,7000	0,8000	0,9000	1,0000	0,7000	0,8000	0,9000	1,0000	0,6625	0,7750	0,8875	1,0000	0,6457	0,7638	0,8819	1,0000
A3	0,2600	0,3600	0,4600	0,5600	0,3400	0,4400	0,5400	0,6400	0,3500	0,4500	0,5625	0,6750	0,0453	0,0709	0,1890	0,3071
A4	0,1200	0,2000	0,3000	0,4000	0,2800	0,3600	0,4600	0,5600	0,2250	0,3250	0,4375	0,5500	0,0984	0,1575	0,2756	0,3937
A5	0,6200	0,7200	0,8200	0,9200	0,3800	0,4800	0,5800	0,6800	0,3875	0,5000	0,6125	0,7250	0,2047	0,2992	0,4173	0,5354
A6	0,4200	0,5200	0,6200	0,7200	0,3400	0,4400	0,5400	0,6400	0,2375	0,3000	0,4125	0,5250	0,1713	0,2402	0,3583	0,4764
A7	0,5800	0,6800	0,7800	0,8800	0,6600	0,7600	0,8600	0,9600	0,3375	0,4500	0,5625	0,6750	0,6142	0,7283	0,8465	0,9646
A8	0,1800	0,2800	0,3800	0,4800	0,3400	0,4400	0,5400	0,6400	0,1375	0,2500	0,3625	0,4750	0,2894	0,3583	0,4764	0,5945
	C31				C32				C33				C4			
A1	0,0000	0,0000	0,1000	0,2000	0,0248	0,0496	0,1736	0,2975	0,0000	0,0000	0,1000	0,2000	0,0000	0,0000	0,1163	0,2326
A2	0,7000	0,8000	0,9000	1,0000	0,6281	0,7521	0,8760	1,0000	0,7000	0,8000	0,9000	1,0000	0,6678	0,7674	0,8837	1,0000
A3	0,6000	0,6857	0,7857	0,8857	0,1074	0,1488	0,2727	0,3967	0,3000	0,4000	0,5000	0,6000	0,1495	0,2126	0,3289	0,4452
A4	0,2000	0,2286	0,3286	0,4286	0,1116	0,1570	0,2810	0,4050	0,3000	0,4000	0,5000	0,6000	0,2771	0,3527	0,4690	0,5853
A5	0,7000	0,8000	0,9000	1,0000	0,1281	0,1736	0,2975	0,4215	0,3000	0,4000	0,5000	0,6000	0,4180	0,5098	0,6261	0,7423
A6	0,3000	0,3429	0,4429	0,5429	0,0992	0,1405	0,2645	0,3884	0,3000	0,4000	0,5000	0,6000	0,2487	0,3320	0,4483	0,5646
A7	0,7000	0,8000	0,9000	1,0000	0,2975	0,3554	0,4793	0,6033	0,5000	0,6000	0,7000	0,8000	0,5380	0,6543	0,7706	0,8869
A8	0,6000	0,6857	0,7857	0,8857	0,1488	0,1901	0,3140	0,4380	0,1000	0,2000	0,3000	0,4000	0,1899	0,2702	0,3865	0,5028
	C51				C52				C61				C62			
A1	0,0600	0,1200	0,2200	0,3200	0,0000	0,0000	0,1000	0,2000	0,1000	0,2000	0,3000	0,4000	0,1000	0,2000	0,3000	0,4000
A2	0,7000	0,8000	0,9000	1,0000	0,7000	0,8000	0,9000	1,0000	0,7000	0,8000	0,9000	1,0000	0,7000	0,8000	0,9000	1,0000
A3	0,0000	0,0000	0,1000	0,2000	0,0000	0,0000	0,1000	0,2000	0,1000	0,2000	0,3000	0,4000	0,1000	0,2000	0,3000	0,4000
A4	0,3800	0,4800	0,5800	0,6800	0,6000	0,6857	0,7857	0,8857	0,3000	0,4000	0,5000	0,6000	0,5000	0,6000	0,7000	0,8000
A5	0,5000	0,6000	0,7000	0,8000	0,1000	0,1143	0,2143	0,3143	0,3000	0,4000	0,5000	0,6000	0,3000	0,4000	0,5000	0,6000
A6	0,4200	0,5200	0,6200	0,7200	0,7000	0,8000	0,9000	1,0000	0,1000	0,2000	0,3000	0,4000	0,3000	0,4000	0,5000	0,6000
A7	0,6200	0,7200	0,8200	0,9200	0,7000	0,8000	0,9000	1,0000	0,5000	0,6000	0,7000	0,8000	0,5000	0,6000	0,7000	0,8000
A8	0,1800	0,2800	0,3800	0,4800	0,4000	0,4571	0,5571	0,6571	0,5000	0,6000	0,7000	0,8000	0,5000	0,6000	0,7000	0,8000
	C63				C64				C65				C66			
A1	0,0000	0,0000	0,1000	0,2000	0,0000	0,0000	0,1000	0,2000	0,0000	0,0000	0,1000	0,2000	0,0000	0,0000	0,1000	0,2000
A2	0,7000	0,8000	0,9000	1,0000	0,7000	0,8000	0,9000	1,0000	0,7000	0,8000	0,9000	1,0000	0,7000	0,8000	0,9000	1,0000
A3	0,3000	0,4000	0,5000	0,6000	0,5000	0,6000	0,7000	0,8000	0,0000	0,0000	0,1000	0,2000	0,3000	0,4000	0,5000	0,6000
A4	0,5000	0,6000	0,7000	0,8000	0,3000	0,4000	0,5000	0,6000	0,1000	0,2000	0,3000	0,4000	0,1000	0,2000	0,3000	0,4000
A5	0,3000	0,4000	0,5000	0,6000	0,5000	0,6000	0,7000	0,8000	0,3000	0,4000	0,5000	0,6000	0,1000	0,2000	0,3000	0,4000
A6	0,3000	0,4000	0,5000	0,6000	0,3000	0,4000	0,5000	0,6000	0,1000	0,2000	0,3000	0,4000	0,3000	0,4000	0,5000	0,6000
A7	0,7000	0,8000	0,9000	1,0000	0,7000	0,8000	0,9000	1,0000	0,5000	0,6000	0,7000	0,8000	0,3000	0,4000	0,5000	0,6000
A8	0,3000	0,4000	0,5000	0,6000	0,1000	0,2000	0,3000	0,4000	0,1000	0,2000	0,3000	0,4000	0,3000	0,4000	0,5000	0,6000

Fonte: A Autora (2019)

Realizado o procedimento de normalização, aplicou-se $\tilde{v}_{ij} = \tilde{r}_{ij} \otimes \tilde{w}_j$ para obter a matriz de decisão *fuzzy* normalizada ponderada, $\tilde{V} = [\tilde{v}_{ij}]_{m \times n}$. A matriz obtida está representada na Tabela 9 a seguir.

Tabela 9 – Matriz de decisão *fuzzy* normalizada ponderada

	C11				C12				C13				C14			
A1	0,0357	0,0857	0,1700	0,2743	0,0600	0,1200	0,2100	0,3200	0,0313	0,0750	0,1575	0,2600	0,0147	0,0353	0,1132	0,2118
A2	0,3500	0,4800	0,6300	0,8000	0,3500	0,4800	0,6300	0,8000	0,3500	0,4800	0,6300	0,8000	0,3456	0,4765	0,6279	0,8000
A3	0,0500	0,1029	0,1900	0,2971	0,1350	0,2160	0,3220	0,4480	0,1625	0,2550	0,3675	0,5000	0,1324	0,2118	0,3191	0,4471
A4	0,2643	0,3771	0,5100	0,6629	0,2400	0,3480	0,4760	0,6240	0,1375	0,2250	0,3325	0,4600	0,1250	0,2118	0,3191	0,4471
A5	0,1357	0,2229	0,3300	0,4571	0,2000	0,3000	0,4200	0,5600	0,1375	0,2250	0,3325	0,4600	0,2279	0,3353	0,4632	0,6118
A6	0,1000	0,1714	0,2700	0,3886	0,2100	0,3120	0,4340	0,5760	0,1750	0,2700	0,3850	0,5200	0,2132	0,3176	0,4426	0,5882
A7	0,2929	0,4114	0,5500	0,7086	0,3100	0,4320	0,5740	0,7360	0,3250	0,4500	0,5950	0,7600	0,2721	0,3882	0,5250	0,6824
A8	0,1643	0,2571	0,3700	0,5029	0,1400	0,2280	0,3360	0,4640	0,2125	0,3150	0,4375	0,5800	0,0809	0,1588	0,2574	0,3765
	C15				C16				C17				C2			
A1	0,0200	0,0480	0,1260	0,2240	0,0400	0,0960	0,1820	0,2880	0,0000	0,0000	0,0788	0,1800	0,0226	0,0543	0,1461	0,2614
A2	0,3500	0,4800	0,6300	0,8000	0,3500	0,4800	0,6300	0,8000	0,3313	0,4650	0,6213	0,8000	0,3228	0,4583	0,6173	0,8000
A3	0,1300	0,2160	0,3220	0,4480	0,1700	0,2640	0,3780	0,5120	0,1750	0,2700	0,3938	0,5400	0,0226	0,0425	0,1323	0,2457
A4	0,0600	0,1200	0,2100	0,3200	0,1400	0,2160	0,3220	0,4480	0,1125	0,1950	0,3063	0,4400	0,0492	0,0945	0,1929	0,3150
A5	0,3100	0,4320	0,5740	0,7360	0,1900	0,2880	0,4060	0,5440	0,1938	0,3000	0,4288	0,5800	0,1024	0,1795	0,2921	0,4283
A6	0,2100	0,3120	0,4340	0,5760	0,1700	0,2640	0,3780	0,5120	0,1188	0,1800	0,2888	0,4200	0,0856	0,1441	0,2508	0,3811
A7	0,2900	0,4080	0,5460	0,7040	0,3300	0,4560	0,6020	0,7680	0,1688	0,2700	0,3938	0,5400	0,3071	0,4370	0,5925	0,7717
A8	0,0900	0,1680	0,2660	0,3840	0,1700	0,2640	0,3780	0,5120	0,0688	0,1500	0,2538	0,3800	0,1447	0,2150	0,3335	0,4756
	C31				C32				C33				C4			
A1	0,0000	0,0000	0,0700	0,1600	0,0124	0,0298	0,1215	0,2380	0,0000	0,0000	0,0700	0,1600	0,0000	0,0000	0,0814	0,1860
A2	0,3500	0,4800	0,6300	0,8000	0,3140	0,4512	0,6132	0,8000	0,3500	0,4800	0,6300	0,8000	0,3339	0,4605	0,6186	0,8000
A3	0,3000	0,4114	0,5500	0,7086	0,0537	0,0893	0,1909	0,3174	0,1500	0,2400	0,3500	0,4800	0,0748	0,1276	0,2302	0,3561
A4	0,1000	0,1371	0,2300	0,3429	0,0558	0,0942	0,1967	0,3240	0,1500	0,2400	0,3500	0,4800	0,1386	0,2116	0,3283	0,4682
A5	0,3500	0,4800	0,6300	0,8000	0,0640	0,1041	0,2083	0,3372	0,1500	0,2400	0,3500	0,4800	0,2090	0,3059	0,4382	0,5939
A6	0,1500	0,2057	0,3100	0,4343	0,0496	0,0843	0,1851	0,3107	0,1500	0,2400	0,3500	0,4800	0,1244	0,1992	0,3138	0,4517
A7	0,3500	0,4800	0,6300	0,8000	0,1488	0,2132	0,3355	0,4826	0,2500	0,3600	0,4900	0,6400	0,2690	0,3926	0,5394	0,7095
A8	0,3000	0,4114	0,5500	0,7086	0,0744	0,1140	0,2198	0,3504	0,0500	0,1200	0,2100	0,3200	0,0950	0,1621	0,2705	0,4022
	C51				C52				C61				C62			
A1	0,0300	0,0720	0,1540	0,2560	0,0000	0,0000	0,0700	0,1600	0,0500	0,1000	0,1500	0,2000	0,0500	0,1000	0,1500	0,2000
A2	0,3500	0,4800	0,6300	0,8000	0,3500	0,4800	0,6300	0,8000	0,3500	0,4000	0,4500	0,5000	0,3500	0,4000	0,4500	0,5000
A3	0,0000	0,0000	0,0700	0,1600	0,0000	0,0000	0,0700	0,1600	0,0500	0,1000	0,1500	0,2000	0,0500	0,1000	0,1500	0,2000
A4	0,1900	0,2880	0,4060	0,5440	0,3000	0,4114	0,5500	0,7086	0,1500	0,2000	0,2500	0,3000	0,2500	0,3000	0,3500	0,4000
A5	0,2500	0,3600	0,4900	0,6400	0,0500	0,0686	0,1500	0,2514	0,1500	0,2000	0,2500	0,3000	0,1500	0,2000	0,2500	0,3000
A6	0,2100	0,3120	0,4340	0,5760	0,3500	0,4800	0,6300	0,8000	0,0500	0,1000	0,1500	0,2000	0,1500	0,2000	0,2500	0,3000
A7	0,3100	0,4320	0,5740	0,7360	0,3500	0,4800	0,6300	0,8000	0,2500	0,3000	0,3500	0,4000	0,2500	0,3000	0,3500	0,4000
A8	0,0900	0,1680	0,2660	0,3840	0,2000	0,2743	0,3900	0,5257	0,2500	0,3000	0,3500	0,4000	0,2500	0,3000	0,3500	0,4000
	C63				C64				C65				C66			
A1	0,0000	0,0000	0,0500	0,1000	0,0000	0,0000	0,0500	0,1000	0,0000	0,0000	0,0500	0,1000	0,0000	0,0000	0,0500	0,1000
A2	0,3500	0,4000	0,4500	0,5000	0,3500	0,4000	0,4500	0,5000	0,3500	0,4000	0,4500	0,5000	0,3500	0,4000	0,4500	0,5000
A3	0,1500	0,2000	0,2500	0,3000	0,2500	0,3000	0,3500	0,4000	0,0000	0,0000	0,0500	0,1000	0,1500	0,2000	0,2500	0,3000
A4	0,2500	0,3000	0,3500	0,4000	0,1500	0,2000	0,2500	0,3000	0,0500	0,1000	0,1500	0,2000	0,0500	0,1000	0,1500	0,2000
A5	0,1500	0,2000	0,2500	0,3000	0,2500	0,3000	0,3500	0,4000	0,1500	0,2000	0,2500	0,3000	0,0500	0,1000	0,1500	0,2000
A6	0,1500	0,2000	0,2500	0,3000	0,1500	0,2000	0,2500	0,3000	0,0500	0,1000	0,1500	0,2000	0,1500	0,2000	0,2500	0,3000
A7	0,3500	0,4000	0,4500	0,5000	0,3500	0,4000	0,4500	0,5000	0,2500	0,3000	0,3500	0,4000	0,1500	0,2000	0,2500	0,3000
A8	0,1500	0,2000	0,2500	0,3000	0,0500	0,1000	0,1500	0,2000	0,0500	0,1000	0,1500	0,2000	0,1500	0,2000	0,2500	0,3000

Fonte: A Autora (2019)

Os valores obtidos na matriz apresentada na Tabela 9 são utilizados para o cálculo das distâncias \tilde{d}_i^{p*} e \tilde{d}_i^{p-} das avaliações das alternativas em relação à solução *fuzzy* positiva ideal (FPIS) e à solução *fuzzy* negativa ideal (FNIS), respectivamente. A FPIS e FNIS são definidas conforme descrito no Passo 5 da seção 2.6. A partir dos valores das distâncias calcula-se então o coeficiente de proximidade CC_i^p para cada alternativa i em relação a cada classe/nível de maturidade p . Os coeficientes de proximidade obtidos para cada alternativa são apresentados na Tabela 10.

Tabela 10 - Classificação das alternativas com os resultados do CC_i^p

	Coeficiente de proximidade CC_i^p			
	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4
A1	0,9053	0,7013	0,1350	0,0947
A2	0,2079	0,3165	0,7422	0,7921
A3	0,6672	0,7618	0,4529	0,3328
A4	0,5721	0,7110	0,5541	0,4279
A5	0,5019	0,6692	0,6286	0,4981
A6	0,5631	0,8046	0,5624	0,4369
A7	0,2829	0,4466	0,7626	0,7171
A8	0,5871	0,7525	0,5734	0,4129

Fonte: A Autora (2019)

Os resultados do CC_i^p para cada organização i determinam o nível de maturidade em que elas serão alocadas. Uma organização i pertence ao nível de maturidade para o qual obteve o maior CC_i^p . Assim, observando a Tabela 10, onde os maiores valores do coeficiente de proximidade para cada organização estão destacados em negrito, a organização A1 encontra-se no Nível 1 de maturidade no GRCS, da mesma forma, A2 encontra-se no Nível 4, e assim por diante.

A partir dos resultados obtidos das entradas simuladas, A1, A2, A7 e A8, observa-se que o modelo de apoio à decisão multicritério opera de maneira satisfatória, classificando adequadamente as organizações nos níveis de maturidade do modelo elaborado. Essa afirmação é possível pois na simulação das entradas definiu-se que as respostas ao questionário, para a Alternativa 1 por exemplo, indicariam uma maturidade de GRCS insipiente. Procedeu-se de forma análoga para as demais alternativas simuladas.

Dessa forma, pode-se afirmar que os resultados obtidos para as alternativas reais, organizações integrantes do APL de confecções do Agreste, são coerentes. As organizações do APL, A2 a A6, foram classificadas no Nível 2 de maturidade de GRCS. Isso significa, de acordo com o estabelecido no modelo de maturidade desenvolvido nesse trabalho, que as organizações já buscam formas de atuar sobre os riscos a que estão sujeitas, e que também já contam com a aplicação de algumas ferramentas para identificação e avaliação desses riscos. Há o emprego de estratégias e/ou práticas para responder aos riscos identificados, porém ainda em nível inicial em sua maior parte. Por fim, ainda não há registros organizados ou formas de monitoramento quanto à ocorrência dos riscos e efetividade do que é empregado em resposta a esses.

Quanto aos aspectos de suporte organizacional percebe-se a preocupação e interesse dos gestores em identificar e gerenciar riscos, ainda que a cultura de gerenciamento de risco na organização como um todo e os processos para esse fim estejam em sua maioria em estado inicial. Identificou-se, entretanto, em duas das organizações o esforço para integração dos departamentos e comunicação entre esses, com a implantação de sistemas de informação. Ainda, é importante destacar que as empresas pesquisadas empregam de maneira informal ou parcial alguma das ferramentas listadas no questionário, muitas vezes desconhecendo-as pela denominação empregada na pesquisa. Percebeu-se isso ao tirar dúvidas sobre alguma nomenclatura de ferramenta que os gestores desconheciam ou ainda quando esses optavam por comentar em mais detalhe seus processos e atividades.

Os resultados da classificação das organizações no Nível 2 de maturidade é considerado consistente também quando se considera as características do ambiente em que as organizações estão inseridas. Esperava-se que as de maior porte destacassem-se pelo menos até o Nível 3, porém entende-se que a gestão dos riscos, ainda que determinante para o alcance do desempenho organizacional esperado, não estava entre as principais preocupações das organizações. Essa é uma questão que começa a entrar em foco na região somente agora pelo crescente interesse pela expansão no cenário nacional e na exportação, o que leva a maior preocupação com a garantia da qualidade dos produtos, e os esforços para manter-se competitivo frente à concorrência, inclusive vinda de outros países, como os asiáticos.

5.4 Análise de cenário

Com o objetivo de verificar a consistência do modelo e a resposta aos parâmetros, foram analisados alguns cenários que permitiram observar o comportamento do modelo em relação aos pesos determinados. Os resultados da aplicação discutidos anteriormente foram obtidos com a definição de mesmo peso para todos os critérios, considerados como ‘Muito Importante’. Assim, para cada critério j , $\tilde{w}_j = (0,5; 0,6; 0,7; 0,8)$. Para esta análise de cenários, aplicou-se variações nos critérios por dimensão considerada no modelo: Riscos Gerenciados (D_1), Processo de Gestão de Riscos (D_2) e Suporte Organizacional (D_3), optando-se por variar em conjunto os critérios de cada dimensão. Por exemplo, para ‘Riscos Gerenciados’, variou-se da mesma forma os pesos de todos os critérios dentro dessa dimensão e manteve-se os demais conforme inicialmente. Os pesos dos critérios foram reduzidos e aumentados para ‘Importante’ e ‘Extremamente Importante’, respectivamente, dentro da escala de variáveis linguísticas aplicada. Os testes foram aplicados considerando cada dimensão de critérios individualmente.

A comparação dos cenários avaliados pode ser observada na Tabela 11 a seguir. As setas indicam a direção em que uma alternativa trocou de nível, para o imediatamente superior ou inferior, e os travessões indicam que não houve alteração na classificação para aquele cenário considerado.

Tabela 11 – Resultados da Análise de Cenários

Organizações	Resultado aplicação (MI, MI, MI)	Cenários analisados (Peso D_1 , Peso D_2 , Peso D_3)					
		(I, MI, MI)	(MI, I, MI)	(MI, MI, I)	(EI, MI, MI)	(MI, EI, MI)	(MI, MI, EI)
A1	Nível 1	-	-	-	-	-	-
A2	Nível 4	↓	↓	-	-	-	-
A3	Nível 2	-	-	-	-	-	-
A4	Nível 2	-	-	-	-	-	-
A5	Nível 2	-	-	-	↑	↑	↑
A6	Nível 2	-	-	-	-	-	-
A7	Nível 3	-	-	-	↑	↑	-
A8	Nível 2	-	-	-	-	-	-

Fonte: A Autora (2019)

A classificação das organizações permanece a mesma apenas em um cenário, o terceiro, em que se reduz o peso da dimensão ‘Suporte Organizacional’ mantendo os demais como

‘Muito Importante’. Isso evidencia, portanto, que para este modelo, a dimensão ‘Suporte Organizacional’ é desejável, mas não é tão essencial quanto ‘Riscos Gerenciados’ e ‘Processo de Gestão de Riscos’.

A redução no peso das dimensões D_1 e D_2 , primeiro e segundo cenários, ocasionou uma mudança de classificação para a alternativa A2, enquanto nos cenários em que se aumentou o peso de uma das dimensões, quarto a sexto cenários, duas alternativas mudam para o nível imediatamente superior ao que foram classificadas originalmente, a A5 e a A7, e para o caso de aumento na dimensão ‘Suporte Organizacional’, cenário seis, apenas a alternativa A5. Analisando-se então todos os resultados de uma forma global, verifica-se que o modelo responde àquilo que se espera intuitivamente, em que o ‘Suporte Organizacional’ auxilia e potencializa o resultado dos processos, sendo, no entanto, essencial que os riscos sejam gerenciados e que haja um processo de gestão de riscos adequado.

Observando-se os resultados para os coeficientes de proximidade CC_i^p , na Tabela 10, vale a pena ressaltar que as alternativas apresentaram mudanças, expostas na Tabela 11, apenas quando possuem CC_i^p com valores próximos para os níveis em que variaram, em comparação às demais alternativas que permaneceram estáveis. Por exemplo, para a alternativa A2, o $CC_2^3 = 0,7422$ e o $CC_2^4 = 0,7921$, enquanto para a alternativa A4, classificada no nível 2 de maturidade, que não trocou de nível em nenhum cenário avaliado, tem-se $CC_4^1 = 0,5721$; $CC_4^2 = 0,7110$; $CC_4^3 = 0,5541$ e $CC_4^4 = 0,4279$, com nenhum valor tão próximo para dois níveis de maturidade, como no caso de A2. Essas observações são válidas também para A5 e A7, considerando seus coeficientes de proximidade em relação aos níveis 3 e 4. Dentre aquelas que não se moveram para outro nível conforme os cenários foram testados, há sempre uma maior diferença entre seus CC_i^p .

Destes resultados pode-se avaliar que a classificação das organizações pelo modelo é consistente e que os resultados do modelo são coerentes, dado que são poucas as mudanças nos testes dos cenários e mínimas em relação à troca de níveis de maturidade. Ocorrendo somente para aquelas alternativas que estariam em um possível limiar de transição entre níveis. Novas análises do que foi assumido para aplicação do método multicritério e da forma de avaliação de cada critério podem ainda ser desenvolvidas de forma a enriquecer e aprimorar o modelo para futuras aplicações. Esses pontos são melhor comentados no próximo capítulo.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As cadeias de suprimentos vêm tornando-se cada vez mais complexas e por consequência, mais vulneráveis. A capacidade de gerenciar efetivamente os riscos a que as organizações integrantes dessa cadeia estão expostas é determinante para garantir o atendimento ao cliente final, especialmente no ambiente de alta dinamicidade em que estão inseridas. A maturidade no gerenciamento de risco refletirá a integração e coordenação dos processos organizacionais.

Apesar da relevância da gestão de riscos no contexto da cadeia de suprimentos, e da ampla quantidade de publicações que abrangem gestão de risco e essas cadeias, não se identificou na literatura científica modelos de maturidade para GRCS como construído nesse trabalho. O modelo de maturidade desenvolvido traz assim uma proposta inédita na literatura, inclusive na proposição de uso de método MCDA para classificação de organizações integrantes de cadeia de suprimentos em níveis de maturidade.

Constituído de quatro níveis, o modelo elaborado permite avaliar a maturidade de organizações em relação ao GRCS considerando critérios nas dimensões Riscos Gerenciados, Processo de Gestão de Risco e Suporte Organizacional. Para essa avaliação propôs-se modelo multicritério de apoio à decisão com emprego do método FTOPSIS-Class, extensão do método FTOPSIS para problemática de classificação, que possibilitou alocar as organizações aos níveis de maturidade do modelo.

Os resultados obtidos do modelo multicritério para classificação, com quatro organizações reais avaliadas através de questionário e quatro alternativas simuladas, demonstraram sua aplicabilidade. Foi necessário assumir suposições com base na literatura e conhecimento dos analistas para os perfis dos níveis do modelo de classificação, assim como a opção por pesos iguais para todos os critérios, além da determinação das regras de decisão empregadas nas avaliações de alguns desses critérios, como foi o caso do C4, Resposta e Mitigação. Não se pode afirmar que essas regras definidas, assim com as escolhas feitas para pesos dos critérios e perfis dos níveis, são as melhores possíveis, no entanto, pode-se observar que estas proporcionaram uma operacionalização adequada do modelo de forma que este atinge seus objetivos fornecendo resultados consistentes. Esses pontos assumidos são limitações que configuram oportunidades de melhoria para desenvolvimentos futuros.

A aplicação ilustra a aplicabilidade do modelo proposto e possibilita retratar a situação das organizações da estrutura avaliada, o APL de confecções pernambucano. Entretanto, é

importante destacar ainda que o modelo de maturidade elaborado é passível de aprimoramento, como por exemplo na elaboração de novas versões, para o que outros pesquisadores poderiam também contribuir. Isso também é válido para o aperfeiçoamento do questionário elaborado para captar as avaliações junto às organizações.

6.1 Implicações gerenciais

A aplicação, em organizações do APL de confecções pernambucano e também com a presença de alternativas simuladas, demonstrou que o modelo de decisão elaborado fornece resultados consistentes, trazendo informações relevantes às organizações quanto à sua gestão de risco. No cenário em que elas estão inseridas é de grande valor que as organizações sejam capazes de diagnosticar e reconhecer seu nível de maturidade no gerenciamento de riscos no contexto da cadeia de suprimentos. Isso permitirá aos gestores identificar as áreas e práticas que a organização precisa fortalecer ou mesmo começar a implementar. As informações trazidas poderão ser empregadas pela gerência e alta direção, por exemplo, em processos decisórios para seleção ou priorização de estratégias de gestão de risco. O auxílio à gerência na tomada de decisões mais coerentes com a realidade organizacional favorece a manutenção de seu posicionamento no mercado e possibilita formar bases organizacionais para o alcance de outros mercados, como já ambicionam e atuam algumas organizações do APL Agreste.

Esses resultados são especialmente relevantes quando se leva em conta que o APL de confecções é responsável pelo desenvolvimento econômico de uma região, e principal fonte de emprego e renda para a população de cerca de 10 municípios. Nesse sentido, não apenas as organizações fabricantes, avaliadas na pesquisa, mas também outros integrantes da cadeia, além do poder público, podem utilizar-se desse tipo de avaliação. Por exemplo, o estabelecimento do perfil das organizações do setor em relação à gestão dos riscos na cadeia de suprimentos permitiria um direcionamento para parcerias, programas de incentivo.

Ressalta-se ainda o valor do trabalho desenvolvido por seu ineditismo na formulação de modelo de maturidade para GRCS e no emprego de método MCDA, o FTOPSIS-Class, em modelo de apoio à decisão para classificação de organizações em níveis de maturidade. Além do fato do modelo, aplicado inicialmente nas organizações do APL Agreste, ter sido elaborado de forma que permite seu emprego por organizações de outros setores, o que amplia as possibilidades de desenvolvimentos futuros.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. et al. Sustainability assessment framework for proactive supply chain management. **International Journal of Industrial and Systems Engineering**, v. 24, n. 2, p. 198–222, 2016.

ANOJKUMAR, L.; ILANGKUMARAN, M.; VIGNESH, M. A decision making methodology for material selection in sugar industry using hybrid MCDM techniques. **International Journal of Materials and Product Technology**, v. 51, n. 2, p. 102, 2015.

ANTUCHEVIČIENE, J.; ZAVADSKAS, E. K.; ZAKAREVIČIUS, A. Multiple criteria construction management decisions considering relations between criteria. **Technological and Economic Development of Economy**, v. 16, n. 1, p. 109–125, 2010.

ARABZAD, S. M. et al. Employing fuzzy TOPSIS and SWOT for supplier selection and order allocation problem. **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 76, n. 5–8, p. 803–818, 2014.

ARAZ, C.; OZKARAHAN, I. Supplier evaluation and management system for strategic sourcing based on a new multicriteria sorting procedure. **International Journal of Production Economics**, v. 106, n. 2, p. 585–606, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 31000**: Gestão de riscos — Diretrizes. 2 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 9001**: Sistemas de gestão da qualidade - Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

AYERS, J. B.; MALMBERG, D. M. Supply Chain Systems: Are You Ready? **Information Strategy: The Executive's Journal**, p. 18–27, 2002.

BELTON, V.; STEWART, T. J. **Multiple criteria decision analysis: an integrated approach**. [s.l.] Springer Science & Business Media, 2002.

BIAN, T. et al. Failure mode and effects analysis based on D numbers and TOPSIS. **Quality and Reliability Engineering International**, v. 34, n. 4, p. 501–515, 2018.

BÖHME, T. et al. Causes, effects and mitigation of unreliable healthcare supplies. **Production Planning and Control**, v. 27, n. 4, p. 249–262, 2016.

BOYSON, S. Cyber supply chain risk management: Revolutionizing the strategic control of critical IT systems. **Technovation**, v. 34, n. 7, p. 342–353, 2014.

BRASIL. MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA COMÉRCIO EXTERIOR E SERVIÇOS. **Arranjos Produtivos Locais - APL**. 2018. Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br/index.php/competitividade-industrial/arranjos-produtivos-locais>>. Acesso em: 21 set. 2018.

BROFT, R.; BADI, S. M.; PRYKE, S. Towards supply chain maturity in construction. **Built Environment Project and Asset Management**, v. 6, n. 2, p. 187–204, 2016.

BUCKLEY, J. J. Fuzzy hierarchical analysis. **Fuzzy Sets and Systems**, v. 17, n. 3, p. 233–247, 1985.

CARCARY, M. IT risk management : a capability maturity model perspective. **Electronic Journal Information Systems Evaluation**, v. 16, n. 3, p. 3–13, 2012.

CHATTERJEE, K.; KAR, S. Multi-criteria analysis of supply chain risk management using interval valued fuzzy TOPSIS. **Opsearch**, v. 53, n. 3, p. 474–499, 2016.

CHEN, C. T. Extensions of the TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment. **Fuzzy Sets and Systems**, v. 114, n. 1, p. 1–9, 2000.

CHEN, C. T.; LIN, C. T.; HUANG, S. F. A fuzzy approach for supplier evaluation and selection in supply chain management. **International Journal of Production Economics**, v. 102, n. 2, p. 289–301, 2006.

CHRISTOPHER, MARTIN; PECK, H. Building the Resilient Supply Chain. **The International Journal of Logistics Management**, v. 15, n. 2, p. 1–14, 2004.

CHRISTOPHER, M. **Logistics & Supply Chain Management**. 4. ed. [s.l.] Cengage Learning, 2010.

COSTA, E. J. M. DA. Arranjos Produtivos Locais , Políticas Públicas e Desenvolvimento Regional. p. 1–405, 2010.

DE ALMEIDA, A. T. **O conhecimento e o uso de métodos multicritério de apoio a decisão**. Recife: Editora Universitária UFPE, 2011.

DE ALMEIDA, A. T. **Processo de Decisão nas Organizações. Construindo modelos de decisão multicritério.** [s.l.] Atlas, 2013.

DE ALMEIDA, A. T. et al. A systematic literature review of multicriteria and multi-objective models applied in risk management. **IMA Journal of Management Mathematics**, n. October 2016, p. 021, 2016.

DUBOIS, D.; PRADE, H. M. **Fuzzy sets and systems: theory and applications.** New York: Academic Press, 1980.

ELLRAM, L. M.; COOPER, M. C. Supply chain management: It's all about the journey, not the destination. **Journal of Supply Chain Management**, v. 50, n. 1, p. 8–20, 2014.

FARRELL, M.; GALLAGHER, R. The Valuation Implications of Enterprise Risk Management Maturity. **JOURNAL OF RISK AND INSURANCE**, v. 82, n. 3, p. 625–657, 2015.

FAWCETT, S. E.; JONES, S. L.; FAWCETT, A. M. Supply chain trust: The catalyst for collaborative innovation. **Business Horizons**, v. 55, n. 2, p. 163–178, 2012.

FENG, C.; WANG, Z.; JIANG, Z. Retailer's procurement strategy under endogenous supply stability. **Sustainability (Switzerland)**, v. 9, n. 12, 2017.

FERNANDEZ, E.; NAVARRO, J.; DUARTE, A. Multicriteria sorting using a valued indifference relation under a preference disaggregation paradigm. **European Journal of Operational Research**, v. 198, n. 2, p. 602–609, 2008.

FERREIRA, L. et al. A fuzzy hybrid integrated framework for portfolio optimization in private banking. **Expert Systems with Applications**, v. 92, p. 350–362, 2018.

FIGUEIRA, J.; MOUSSEAU, V.; ROY, R. ELECTRE METHODS. In: **Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys.** New York: Springer New York, 2005. p. 133–153.

FRASER, P.; MOULTRIE, J.; GREGORY, M. **The use of maturity models/grids as a tool in assessing product development capability.** (IEEE International, Ed.)Engineering Management Conference IEMC'02. 2002. **Anais...IEEE**, 2002

GREENE, R. et al. GIS-Based Multiple-Criteria Decision Analysis. **Geography Compass**, v. 5, n. 6, p. 412–432, 2011.

GUPTA, P. et al. Multi-attribute group decision making based on extended TOPSIS method under interval-valued intuitionistic fuzzy environment. **Applied Soft Computing Journal**, v. 69, p. 554–567, 2018.

HANEBECK, H.-C. L.; TRACEY, B. The role of location in supply chain management: how mobile communication enables supply chain best practice and allows companies to move to the next level. **International Journal of Mobile Communications**, v. 1, n. 1–2, p. 148–166, 2003.

HECKMANN, I.; COMES, T.; NICKEL, S. A critical review on supply chain risk - Definition, measure and modeling. **Omega (United Kingdom)**, v. 52, p. 119–132, 2015.

HESPING, F. H.; SCHIELE, H. Purchasing strategy development: A multi-level review. **Journal of Purchasing and Supply Management**, v. 21, n. 2, p. 138–150, 2015.

HESTER, P. T.; VELASQUEZ, M. An analysis of multi-criteria decision making methods. **International Journal of Operations Research**, v. 10, n. 2, p. 56–66, 2013.

HILLSON, D. A. **Towards a Risk Maturity Model** *The International Journal of Project and Business Risk Management*, 1997.

HO, W. et al. Supply chain risk management: A literature review. **International Journal of Production Research**, v. 53, n. 16, p. 5031–5069, 2015.

HOFFMANN, P.; SCHIELE, H.; KRABBENDAM, K. Uncertainty, supply risk management and their impact on performance. **Journal of Purchasing and Supply Management**, v. 19, n. 3, p. 199–211, 2013.

HU, L.; WU, H. Exploratory study on risk management of state-owned construction enterprises in China. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 23, n. 5, p. 674–691, 2016.

HWANG, C. L.; YOON, K. Methods for Multiple Attribute Decision Making. In: **Multiple Attribute Decision Making**. Berlin: Springer Berlin Heidelberg, 1981. v. 186.

INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE PERNAMBUCO (ITEP) (Pernambuco). Governo do Estado de Pernambuco. **Arranjos Produtivos Locais**. 2018. Disponível em: <<http://www.itep.br/arranjos-produtivos-locais>>. Acesso em: 21 set. 2018.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. **ISO 31010**: Risk management — Risk assessment techniques. Geneva: IEC, 2009.

INTELIGÊNCIA DE MERCADO – IEMI. **Estudo da Competitividade dos Setores Têxtil e Confeccionista no Estado de Pernambuco**. São Paulo: [s.n.].

ISHIZAKA, A.; PEARMAN, C.; NEMERY, P. AHPSort: An AHP-based method for sorting problems. **International Journal of Production Research**, v. 50, n. 17, p. 4767–4784, 2012.

JIANG, J. et al. TOPSIS with fuzzy belief structure for group belief multiple criteria decision making. **Expert Systems with Applications**, v. 38, n. 8, p. 9400–9406, 2011.

KAHRAMAN, C.; ONAR, S. C.; OZTAYSI, B. Fuzzy Multicriteria Decision-Making: A Literature Review. **International Journal of Computational Intelligence Systems**, v. 8, n. 4, p. 637–666, 2015.

KAMSU-FOGUEM, B.; TIAKO, P. Risk information formalisation with graphs. **Computers in Industry**, v. 85, p. 58–69, 2017.

KAUFFMAN, A. .; GUPTA, M. M. **Introduction to fuzzy arithmetic: theory and application**. New York: [s.n.].

KIM, S.-Y.; NGUYEN, V. T. A Structural model for the impact of supply chain relationship traits on project performance in construction. **Production Planning & Control**, v. 29, n. 2, p. 170–183, 2018.

KROHLING, R. A.; CAMPANHARO, V. C. Fuzzy TOPSIS for group decision making: A case study for accidents with oil spill in the sea. **Expert Systems with Applications**, v. 38, n. 4, p. 4190–4197, 2011.

KUMAR, M.; GREGORY, M. An exploration of risk management in global industrial investment. **Risk Management**, v. 15, n. 4, p. 272–300, 2013.

KUMAR SHARMA, S.; SHARMA, S. Developing a Bayesian Network Model for Supply Chain Risk Assessment. **Supply Chain Forum: An International Journal**, v. 16, n. 4, p. 50–72, 2015.

LAHTI, M.; SHAMSUZZOHA, A. H. M.; HELO, P. Developing a maturity model for Supply Chain Management. **International Journal of Logistics Systems and Management**, v. 5, n. 6, p. 654, 2009.

LIAO, C. N.; KAO, H. P. An integrated fuzzy TOPSIS and MCGP approach to supplier selection in supply chain management. **Expert Systems with Applications**, v. 38, n. 9, p.

10803–10811, 2011.

LIKERT, R. A technique for the measurement of attitudes. **Archives of Psychology**, v. 22 140, p. 55, 1932.

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

LIMA-JUNIOR, F. R. L.; OSIRO, L.; CARPINETTI, L. C. R. A fuzzy inference and categorization approach for supplier selection using compensatory and non-compensatory decision rules. **Applied Soft Computing Journal**, v. 13, n. 10, p. 4133–4147, 2013.

LOCKAMY, A.; MCCORMACK, K. The development of a supply chain management process maturity model using the concepts of business process orientation. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 9, n. 4, p. 272–278, 2004.

MACCARTHY, B. L. et al. Supply chain evolution – theory, concepts and science. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 36, n. 12, p. 1696–1718, 2016.

MARDANI, A.; JUSOH, A.; ZAVADSKAS, E. K. Fuzzy multiple criteria decision-making techniques and applications - Two decades review from 1994 to 2014. **Expert Systems with Applications**, v. 42, n. 8, p. 4126–4148, 2015.

MENDES JR, P. et al. Int . J . Production Economics A maturity model for demand-driven supply chains in the consumer product goods industry. **Intern. Journal of Production Economics**, v. 179, p. 153–165, 2016.

MENTZER, J. T. et al. Defining Supply Chain Management. **Journal of Business Logistics**, v. 22, n. 2, p. 1–25, 2001.

MICHELI, G. J. L.; CAGNO, E.; ZORZINI, M. Supply risk management vs supplier selection to manage the supply risk in the EPC supply Chain. **Management Research News**, v. 31, n. 11, p. 846–866, 2008.

MOSTAFAEIPOUR, A.; QOLIPOUR, M.; ESLAMI, H. Implementing fuzzy rank function model for a new supply chain risk management. **Journal of Supercomputing**, v. 73, n. 8, p. 3586–3602, 2017.

MOUSAVI-NASAB, S. H.; SOTOUDEH-ANVARI, A. A comprehensive MCDM-based approach using TOPSIS, COPRAS and DEA as an auxiliary tool for material selection problems. **Materials and Design**, v. 121, p. 237–253, 2017.

NEMERY, P.; LAMBORAY, C. FlowSort: a flow-based sorting method with limiting or central profiles. **TOP**, v. 16, n. 1, p. 90–113, jul. 2008.

NGAI, E. W. T. et al. Decision support and intelligent systems in the textile and apparel supply chain: An academic review of research articles. **Expert Systems with Applications**, v. 41, n. 1, p. 81–91, 2014.

NORD, F.; DORBECKER, R.; BOHMANN, T. Structure, content and use of it service catalogs - empirical analysis and development of a maturity model. **Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences**, v. 2016–March, p. 1642–1651, 2016.

NÚCLEO GESTOR DA CADEIA TÊXTIL E DE CONFECÇÕES EM PERNAMBUCO (NCTPE) (Pernambuco). **Cadeia Têxtil e de Confecções**. 2018. Disponível em: <http://www.ntcpe.org.br/?page_id=496>. Acesso em: 20 set. 2018.

OBSERVATÓRIO BRASILEIRO DE APL (OBPAL) (Brasil). Ministério do Desenvolvimento Indústria e Comércio Exterior. **APLS, o que são!?** 2011. Disponível em: <http://portalapl.ibict.br/menu/itens_menu/apls/apl_o_que_sao.html>. Acesso em: 20 set. 2018.

OKONGWU, U.; MORIMOTO, R.; LAURAS, M. The maturity of supply chain sustainability disclosure from a continuous improvement perspective. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 62, n. 8, p. 827–855, 2013.

OLIVA, F. L. A maturity model for enterprise risk management. **International Journal of Production Economics**, v. 173, p. 66–79, 2016.

PAULK, M. C. et al. **Capability Maturity Model SM for Software, Version 1.1**, 1993. Disponível em: <https://resources.sei.cmu.edu/asset_files/TechnicalReport/1993_005_001_16211.pdf>. Acesso em: 23 fev. 2018

PEREIRA, V.; COSTA, H. G. A literature review on lot size with quantity discounts: 1995-2013. **Journal of Modelling in Management**, v. 10, n. 3, p. 341–359, 2015.

REVILLA, E.; SÁENZ, M. J. Supply chain disruption management: Global convergence vs national specificity. **Journal of Business Research**, v. 67, n. 6, p. 1123–1135, 2014.

RITCHIE, B.; BRINDLEY, C. An emergent framework for supply chain risk management and performance measurement. **Journal of the Operational Research Society**, 2007.

ROY, B. **Multicriteria methodology for decision aiding**. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1996.

ROY, B.; SŁOWIŃSKI, R. Questions guiding the choice of a multicriteria decision aiding method. **EURO Journal on Decision Processes**, v. 1, n. 1–2, p. 69–97, 2013.

SCHOENHERR, T.; TUMMALA, V. Best practices for the implementation of Supply Chain Management initiatives. **International Journal of**, v. 4, n. 4, 2008.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS – SEBRAE. **Termo de Referência para Atuação do Sistema SEBRAE em Arranjos Produtivos Locais**. 2003. Disponível em: <http://cppg.am.sebrae.com.br/apl/popup.htm#LinkTarget_353>. Acesso em: 19 out. 2018.

SEBRAE - SERVIÇO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. **Anuário do Trabalho na Micro e Pequena Empresa 2013**. São Paulo: [s.n.]. Disponível em: <[http://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal Sebrae/Anexos/Anuario do Trabalho Na Micro e Pequena Empresa_2013.pdf](http://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Anexos/Anuario%20do%20Trabalho%20Na%20Micro%20e%20Pequena%20Empresa_2013.pdf)>.

SEIDEL-STERZIK, H.; MCLAREN, S.; GARNEVSKA, E. Effective Life Cycle Management in SMEs: Use of a Sector-Based Approach to Overcome Barriers. **Sustainability**, v. 10, n. 2, p. 359, 2018.

SODHI, M. S.; SON, B.; TANG, C. S. Researchers' perspectives on supply chain risk management. **Production and Operations Management**, v. 21, n. 1, p. 1–13, 2012.

SODHI, M.; TANG, C. **Managing Supply Chain Risk**. [s.l.]. v. 172, 2012.

STADTLER, H. Supply Chain Management and Advanced Planning. p. 3–28, 2015.

STEVENS, G. C. Integrating the supply chain. International. **Journal of Physical Distribution and Materials Management**, v. 19, p. 3, 1989.

SUN, G. et al. An innovative TOPSIS approach based on hesitant fuzzy correlation coefficient and its applications. **Applied Soft Computing Journal**, v. 68, p. 249–267, 2018.

SUPPLY CHAIN COUNCIL. **Supply Chain Operations Reference Model Rev. 8.0.** [s.l.] Supply Chain Council, 2012.

TANG, C. Robust strategies for mitigating supply chain disruptions. **International Journal of Logistics**, v. 9, n. 1, p. 33–45, 2006a.

TANG, C. S. Perspectives in supply chain risk management. **International Journal of Production Economics**, v. 103, n. 2, p. 451–488, 2006b.

TANG, O.; NURMAYA MUSA, S. Identifying risk issues and research advancements in supply chain risk management. **International Journal of Production Economics**, 2011.

TRANFIELD, D.; DENYER, D.; SMART, P. Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review. **British Journal of Management**, v. 14, p. 207–222, 2003.

TUMMALA, R.; SCHOENHERR, T. Assessing and managing risks using the Supply Chain Risk Management Process (SCRMP). **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 16, n. 6, p. 474–483, 2011.

ULUCAN, A.; ATICI, K. B. A Multiple Criteria Sorting Methodology with Multiple Classification Criteria and an Application Country Risk Evaluation. **TECHNOLOGICAL AND ECONOMIC DEVELOPMENT OF ECONOMY**, v. 19, n. 1, p. 93–124, mar. 2013.

VARMA, S.; WADHWA, S.; DESHMUKH, S. G. Implementing supply chain management in a firm: issues and remedies. **Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics**, v. 18, n. 3, p. 223–243, 2006.

VON KAENEL, J. et al. Three key enablers to successful enterprise risk management. **IBM JOURNAL OF RESEARCH AND DEVELOPMENT**, v. 54, n. 3, 2010.

WAGNER, S. M.; BODE, C. an Empirical Examination of Supply Chain Performance Along Several Dimensions of Risk. **Journal of Business Logistics**, v. 29, n. 1, p. 307–325, 2008.

WARD, M. et al. Three dimensions of maturity required to achieve future state, technology-enabled manufacturing supply chains. **Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture**, v. 232, n. 4, p. 605–620, 2018.

WEESERIK, B. P.; SPRUIT, M. Improving Operational Risk Management Using Business Performance Management Technologies. **SUSTAINABILITY**, v. 10, n. 3, mar. 2018.

WIECZOREK-KOSMALA, M. Risk management practices from risk maturity models perspective. **Journal for East European Management Studies**, v. 19, n. 2, p. 133–159, 2014.

YATSKOVSKAYA, E.; SRAI, J. S.; KUMAR, M. Integrated supply network maturity model: Water scarcity perspective. **Sustainability (Switzerland)**, v. 10, n. 3, 2018.

YAZDANI, M. et al. A group decision making support system in logistics and supply chain management. **Expert Systems with Applications**, v. 88, p. 376–392, 2017.

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

ZADEH, L. A. The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning-I. **Information Sciences**, v. 8, n. 3, p. 199–249, 1975.

ZANJIRCHI, S. M.; JALILIAN, N.; MIRHOSEINI, A. Risk-agility interactive model: a new look at agility drivers. **Journal of Modelling in Management**, v. 12, n. 4, p. 690–711, 2017.

ZAVADSKAS, E. K. et al. Integrated group fuzzy multi-criteria model: Case of facilities management strategy selection. **Expert Systems with Applications**, v. 82, p. 317–331, 2017.

ZHANG, H. Supply Chain Overall Risk Evaluation Based on Grey Theory and Modified TOPSIS in Fuzzy Environment. **2008 International Conference on Intelligent Computation Technology and Automation (ICICTA)**, v. 2, p. 706–711, 2008.

ZHAO, D. et al. A new supply chain maturity model with 3-dimension perspective. **Technology and Innovation Conference, 2006. ITIC 2006. International**, p. 1732–1737, 2006.

ZHAO, X.; HWANG, B.-G.; LOW, S. P. Developing Fuzzy Enterprise Risk Management Maturity Model for Construction Firms. **Journal of Construction Engineering and Management © Asce**, v. 139, n. 9, p. 1179–1189, 2013.

ZHAO, X.; HWANG, B.-G.; LOW, S. P. An enterprise risk management knowledge-based decision support system for construction firms. **Engineering Construction and Architectural Management**, v. 23, n. 3, p. 369–384, 2016.

ZOPOUNIDIS, C.; DOUMPOS, M. Multicriteria classification and sorting methods: A literature review. **European Journal of Operational Research**, v. 138, n. 2, p. 229–246, 2002.

ZSIDISIN, G. A.; RITCHIE, B. Supply Chain Risk Management – Developments, Issues and

Challenges. In: **Supply Chain Risk A Handbook of Assessment, Management, and Performance.** [s.l: s.n.]. p. 1–12.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO

DIMENSÃO 1 – Riscos gerenciados

	Fatores de Risco	Atuação sobre os fatores de risco:				
C11	<i>Riscos de demanda</i>	Inexistente	Pouca	Moderada	Elevada	Integral
	Falta de acurácia na previsão de demanda					
	Efeito chicote ou distorção de informação					
	Erros de preenchimento de ordens de pedido					
	Demanda incerta					
	Variabilidade da demanda (sazonalidade)					
	Mudanças de mercado					
	Mudanças nas preferências do consumidor					
C12	<i>Riscos de produção</i>	Inexistente	Pouca	Moderada	Elevada	Integral
	Falta de experiência ou treinamento					
	Condições de trabalho					
	Manutenção insuficiente					
	Capacidade de produção					
	Flexibilidade de produção					
	Qualidade/Fabricação defeituosa					
	Excesso de estoques					
	Ineficiências no processo					
	Mudanças de projeto					
	Mudanças na tecnologia					
C13	<i>Riscos de fornecimento</i>	Inexistente	Pouca	Moderada	Elevada	Integral
	Não cumprimento de requisitos de entregas					
	Interrupções de fornecimento					
	Falta de flexibilidade para mudanças de volume					
	Falta de atendimento aos requisitos de qualidade					
	Variações inesperadas nos custos					
	Base de fornecedores pequena ou limitada (monopólio)					
	Dependência de fornecedores					
	Falta de integração com fornecedores					
C14	<i>Riscos financeiros</i>	Inexistente	Pouca	Moderada	Elevada	Integral
	Variações nos custos de produção					
	Flutuações nos preços de matérias-primas					
	Baixa margem de lucro					
	Taxas de câmbio					
	Perda de contratos					
	Força financeira dos parceiros					
	Tamanho do mercado/crescimento					
C15	<i>Riscos de Informação</i>	Inexistente	Pouca	Moderada	Elevada	Integral
	Sistema de integração ou rede de sistemas					
	Atrasos da informação					

	Falta de informação transparente entre departamentos (logística e marketing, por exemplo)					
	Sistema de informação inseguro					
	Incompatibilidade na troca de informações entre parceiros da cadeia de suprimentos.					
C16	Riscos de transporte	Inexistente	Pouca	Moderada	Elevada	Integral
	Custos de transporte elevados					
	Dependência de modal					
	Manuseio excessivo					
	Danos durante o transporte					
	Não cumprimento de prazos de entrega					
C17	Riscos de Interrupção (riscos macro)	Inexistente	Pouca	Moderada	Elevada	Integral
	Desastres naturais					
	Incêndios					
	Instabilidade política					
	Crise econômica					
	Greves trabalhistas					
	Questões legais					
	Instabilidade regional					
	Regulações do governo					
	Questões sociais e culturais					

DIMENSÃO 2 – Processo de Gestão de Riscos

C2. Identificação

Quais dessas técnicas/ferramentas são empregadas na identificação de riscos:

C2	Grau de utilização:				
	nenhuma	pouca	moderada	elevada	integral
Ferramentas identificação					
Lista de verificação (Checklist)					
Análise Preliminar de Perigos (APP)					
Brainstorming					
Entrevista estruturada ou semi-estruturada					
Análise de causa/efeito					
SWIFT - Estrutura 'What-if'					
Técnica Delphi					
Análise de Confiabilidade Humana					
Hazard and Operability studies (HAZOP)					
Hazard Analysis and Critical Control Points (HACCP)					
Análise de cenário					
Manutenção centrada em confiabilidade					
Análise de árvore de eventos					
FMEA e FMECA					

Análise de árvore de falha					
Análise causa/consequência					

C3. Avaliação

C31	É avaliado pela organização – matriz severidade?	
	SIM	NÃO
Riscos Avaliados – Matriz severidade (<i>impacto x probabilidade</i>)		
Riscos macro – riscos de interrupções ou catastróficos		
Riscos de demanda		
Riscos de produção		
Riscos de fornecimento		
Riscos financeiros		
Riscos de transporte		
Riscos de informação		

C32	Grau de utilização				
	nenhuma	pouca	moderada	elevada	integral
Ferramentas Avaliação					
Análise de causa e efeito					
Análise de causa raiz					
Análise de cenário					
Análise de Impactos no Negócio					
Análise de árvore de eventos					
Failure Mode Effect Analysis (FMEA)					
Hazard and Operability Studies (HAZOP)					
Hazard Analysis and Critical Control Points (HACCP)					
Análise de Confiabilidade Humana					
Manutenção centrada em confiabilidade					
Análise de Markov					
Análise de Monte-Carlo					
Análise Bayesiana					

C33	Aplica-se à organização?				
	Não se aplica	Pouco aplicável	Aplicação moderada	Aplicação elevada	Aplicação total
Existe priorização dos riscos considerando percepção de níveis de risco aceitáveis pela organização? (Por exemplo: análise de custo-benefício, o quão grave são as consequências do risco justificando incorrer no custo de tratá-lo).					

C4. Resposta e Mitigação

C4								
Risco	É gerenciado?		Estratégias de resposta e/ou mitigação	Grau de utilização				
	SIM	NÃO		nenhuma	pouca	moderada	elevada	integral
Riscos de fornecimento			Gestão de fornecimento					
			Projeto da rede de fornecedores					
			Relacionamento com fornecedores					
			Processo de seleção de fornecedores (critérios)					
			Alocação de pedidos de fornecedores					
			Contratos de fornecimento					
Riscos de Demanda			Gestão de demanda					
			Previsão de demanda					
			Determinação de portfólio ótimo de distribuição da demanda entre fornecedores					
			Estratégia de precificação (preços como incentivo)					
			Deslocar demanda ao longo do tempo					
			Deslocar demanda nos mercados					
			Mudança de demanda entre produtos					
Riscos de produção			Gestão de produto					
			Postergação (make to order, make to stock)					
			Sequenciamento de processos					

			Substituição de produto (produtos com atributos similares)					
			Treinamento					
			Uso de ferramentas de Gestão e Controle da Qualidade					
Riscos de informação			<i>Gestão de Informação</i>	nenhuma	pouca	moderada	elevada	integral
			Compartilhamento de informação					
			Previsão de demanda colaborativa					
			Planejamento de reabastecimento					
			Vendor Managed Inventory (VMI)					
Riscos de transporte			<i>Gestão de riscos de transporte</i>	nenhuma	pouca	moderada	elevada	integral
			Transporte flexível (rotas, modais)					
			Múltiplos fornecedores					
			Estoques estratégicos					
			Relacionamento com fornecedores					
			Processo de seleção de fornecedores (critérios)					
Riscos financeiros			<i>Gestão de riscos financeiros</i>	nenhuma	pouca	moderada	elevada	integral
			Contratos de preço no atacado					
			Contratos de recompra					
			Contratos de participação nos lucros					
			Múltiplos fornecedores (diferentes países, por exemplo)					
			Parcerias					
Macro riscos (ou de interrupção)			<i>Gestão de riscos de interrupção</i>	nenhuma	pouca	moderada	elevada	integral
			Estoques estratégicos					
			Múltiplos fornecedores (diferentes países, por exemplo)					
			Transporte flexível (rotas, modais)					
			Contratos de participação nos lucros					

			Estratégias de precificação (preços como incentivo)					
			Postergação de demanda					
			Compartilhamento de informação					
			Previsão de demanda colaborativa					
			Vendor Managed Inventory (VMI)					

C5. Monitoramento

C51	Grau de utilização				
	nenhuma	pouca	moderada	elevada	integral
Atributo e métrica de desempenho					
Confiabilidade: cumprimento perfeito do pedido					
Custo: custo total para atender o pedido					
Capacidade de resposta: tempo de ciclo de atendimento de pedido					
Agilidade: flexibilidade; adaptabilidade					
Gestão de ativos: retorno sobre ativos fixos; retorno sobre capital de giro					

C52	É registrado pela organização?	
	SIM	NÃO
Conteúdo registros/relatórios de monitoramento da gestão dos riscos		
Causas / Fonte de risco		
Impactos / Consequências		
Planos de ação empregados		
Alcance dos resultados esperados		
Técnicas de avaliação de risco são aplicadas adequadamente		
Tratamentos de risco são efetivos		
Hipóteses assumidas na avaliação de risco continuam válidas.		

DIMENSÃO 3 – Suporte organizacional/Gestão

C61 – Comunicação	Aplica-se à organização?				Aplicação total
	Não se aplica	Pouco aplicável	Aplicação moderada	Aplicação elevada	
Há vias claras de comunicação entre gestores e colaboradores, permitindo que informações sobre riscos sejam compartilhadas pela organização.					

	Aplica-se à organização?				
C62 – Comprometimento da alta direção	Não se aplica	Pouco aplicável	Aplicação moderada	Aplicação elevada	Aplicação total
Há participação ativa da alta direção nos processos de gestão de risco.					

	Aplica-se à organização?				
C63 – Cultura organizacional	Não se aplica	Pouco aplicável	Aplicação moderada	Aplicação elevada	Aplicação total
Todos os membros da organização são conscientes dos riscos a que ela está sujeita, não existe um comportamento de busca por culpados.					

	Aplica-se à organização?				
C64 – Recursos	Não se aplica	Pouco aplicável	Aplicação moderada	Aplicação elevada	Aplicação total
Há investimentos na melhoria dos processos de gestão de risco: técnicas, ferramentas, treinamento de pessoal.					

	Aplica-se à organização?				
C65 – Melhoria Contínua	Não se aplica	Pouco aplicável	Aplicação moderada	Aplicação elevada	Aplicação total
Há monitoramento contínuo das práticas de gestão de risco, com avaliação de seu desempenho.					

	Aplica-se à organização?				
C66 – Integração	Não se aplica	Pouco aplicável	Aplicação moderada	Aplicação elevada	Aplicação total
Os processos de gestão de risco estão integrados aos demais processos da organização – membros da organização são totalmente conscientes dos riscos, controles e tarefas pelos quais são responsáveis.					