

Modelagem de Equações Estruturais para avaliação de fatores de risco no gerenciamento da cadeia de suprimentos

Structural Equation Modeling for risk factor assessment in supply chain management

Thiago Carvalho Rodrigues da Silva¹
Rodrigo Randow de Freitas²
Wellington Gonçalves³

¹Graduado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Centro Universitário Norte do Espírito Santo (CEUNES)/ São Mateus – Espírito Santo/ Brasil (2017). Atua em pesquisas e estudos dentro dos temas: ciências da decisão, gestão de serviços, gestão estratégica de operações, logística internacional, gestão estratégica, gestão da inovação, logística e gestão da cadeia de suprimentos, engenharia de processo, planejamento e gestão de transportes. Linhas de Pesquisa: Gestão Estratégica de Operações; Logística e Gestão da Cadeia de Suprimentos. thiago.eprod@gmail.com

²Atualmente Professor Adjunto do curso de Engenharia de Produção em regime de dedicação exclusiva da Universidade Federal do Espírito Santo no campus São Mateus, E.S. / UFES-CEUNES (2015) - Brasil. Doutor pelo programa de Pós-Graduação em Aquicultura pela Fundação Universidade Federal de Rio Grande (FURG) em 2011; Mestrado em Aquicultura pela Universidade Federal de Santa Catarina (2006); Especialização em Educação e Gestão Ambiental (Faculdade Saberes - 2003); e Graduação em Administração de Empresas: ênfase em análise de sistemas (Faculdade de Ciências Humanas de Vitória - 2001). Possui experiência na área de Gestão Ambiental e Gerenciamento Costeiro, Gestão de processos e produtos, análise de cadeias produtivas e Planejamento Estratégico. rodrigo.r.freitas@ufes.br

³Doutor em Engenharia (Engenharia de Produção) pela Universidade Metodista de Piracicaba (2016). Mestre em Engenharia (Engenharia de Transportes) pelo Instituto Militar de Engenharia (2001). Graduado em Engenharia Civil pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ/RJ) e Administração pela Faculdade de Nova Venécia. Atua, desde 2011, como professor na Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Centro Universitário Norte do Espírito Santo (CEUNES)/ São Mateus – Espírito Santo/ Brasil. Orientando e realizando trabalhos e pesquisas dentro dos temas: ciências da decisão, gestão de serviços, gestão estratégica de operações, logística internacional, gestão estratégica, gestão da inovação, logística e gestão da cadeia de suprimentos, engenharia de processo, planejamento e gestão de transportes. Linhas de Pesquisa: Gestão Estratégica de Operações; Logística e Gestão da Cadeia de Suprimentos. wellington.goncalves@ufes.br

Resumo

A constante elevação nas exigências do mercado tem implicado em aumento de complexidade das Cadeias de Suprimentos (CS) e seus riscos. Esses riscos, quando não mitigados, podem gerar impactos negativos irreversíveis em toda uma CS. Nesse contexto, este estudo utiliza uma abordagem estatística multivariada através da *Structural Equation Modeling* (SEM) para avaliar os efeitos de alguns fatores de risco no desempenho de CS. O modelo foi aplicado em uma cadeia de suprimentos de cerveja do estado do Espírito Santo (ES), considerando os seguintes fatores: custo, variação de volume, capacidade de resposta, conhecimento, segurança e qualidade. Os resultados sugerem possibilidades e percepções descobertas numa CS do setor de bebidas, visualizadas com a utilização da SEM, em que as dimensões custo, variação de volume, capacidade de resposta, conhecimento e qualidade são apontadas como elementos preponderantes. Este estudo possui relevantes informações que possibilitam embasamento para tomadas de decisão referentes ao tema.

Palavras-chave: Fatores de risco; Cadeia de suprimento; Modelagem de Equações Estruturais.

Abstract: A constant increase in the demands of the market has resulted in Supply Chain (SC) of high complexity and in growth of its risks. If these risks are not mitigated, they can generate irreversible negative impacts in the SC. In this context, this study applies a multivariate statistical approach through the *Structural Equations Modeling* (SEM) to evaluate the effects of some risk factors on SC performance. The model was applied in a beer supply chain located in Espírito Santo's and considered as risk factors: cost, volume variation, responsiveness, knowledge, safety and quality. The results of the study suggested that six from seven hypotheses presented are true. Only the hypotheses related to safety was not true. In fact, the results of this study are relevant to support figures in the beverage industry in their decision taking.

Keywords: Risk factor; Supply chain; Structural Equation Modeling.

1 Introdução

No decorrer do século XX, os riscos envolvidos nos processos de fabricação e comercialização eram gerenciados mais facilmente devido a menor complexidade da cadeia de suprimento (CS), de forma que os fluxos possuíam basicamente dois estágios: (1) fornecedor para o fabricante (insumos e/ou matérias primas); (2) fabricantes para os consumidores finais (produtos acabados), em sua maioria (Mishra, Sharma, Kumar, & Dubey, 2016). Entretanto, a constante elevação nas exigências do mercado, associada à variação da demanda e ao comportamento das economias locais, dentre outros motivos específicos de cada realidade, tem implicado em aumento de complexidade e de riscos na CS (Fayezi, Zutshi, & O'Loughlin, 2015). Esses riscos podem levar a problemas como longos prazos, incapacidade de atender a demanda dos clientes e aumento do custo de produção, o que podem ocasionar consideráveis prejuízos para as empresas (Mital, Del Giudice, & Papa, 2017).

De acordo com levantamento do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento [MAPA] (2017), o panorama mundial de produção de cerveja apresentou um período acentuado de crescimento nas últimas décadas, atingindo em 2012 a marca de 1,97 bilhões de hectolitros. Porém, a partir deste período houve uma retração, ocasionada, em parte, pela desaceleração da economia mundial. No Brasil, contrapondo o cenário de produção, o número de cervejarias continua em crescimento, devido a novas exigências dos consumidores por tipos variados de cervejas, pouco exploradas anteriormente (MAPA, 2017). Em ambientes de mudanças, cadeias

produtivas que respondem às necessidades de seus consumidores de maneira adequada e eficiente, se sobrepõem aos concorrentes, garantindo uma vantagem competitiva (Fayezi *et al.*, 2015). Para que esta vantagem seja atingida, segundo Fayezi *et al.* (2015), é necessário que se conheça quais riscos afetam a CS e quais relações de interdependência possuem.

A fim de proporcionar melhor entendimento sobre CS, nesse nível de complexidade, e fornecer suporte à tomada de decisão é importante que os gestores conheçam os riscos relacionados ao desempenho e as alternativas que possuem para gerenciá-los (Nooraie & Parast, 2016). Além disso, entender os impactos que essas alternativas promovem quando implementadas para avaliar os riscos enunciados é primordial, existindo na literatura ferramentas que podem ser utilizadas para esse entendimento, como a *Structural Equation Modeling – SEM* (Kalsou, 2014). De acordo com Garcia e Castrellón (2014), essa é uma ferramenta de ampla utilidade, principalmente, ao investigar e identificar atividades que possuem um maior risco ao desempenho da cadeia, possibilitando com isso que as empresas tomem ações assertivas reduzindo efeitos negativos identificados.

Considerando o contexto apresentado nesta seção, esse estudo objetivou desenvolver um modelo de equações estruturais que permite avaliar fatores de risco no gerenciamento da CS, viabilizando a visualização de efeitos no setor de abastecimento de cerveja, no estado do Espírito Santo (ES).

2 Revisão de Literatura

2.1 Gerenciamento da Cadeia de Suprimento

O ambiente globalizado, propício a constantes mutações, obriga as companhias a buscarem novas formas de coordenar o fluxo de materiais (internos/externos) a sua organização. Em geral, o gerenciamento da cadeia de suprimentos objetiva a elevação da efetividade de performance dos elos integrantes, por meio de uma coordenação sistemática e estratégica das funções, dentro das empresas, e entre os negócios da cadeia de suprimentos, assim propiciando a maximização dos resultados (Mentzer *et al.*, 2001).

Para Ramish e Aslam (2016), cadeia de suprimentos é composta por diversas entidades empresariais envolvidas, diretamente ou não, com o objetivo de satisfazer os anseios dos clientes internos e externos. Os mesmos autores defendem que a cadeia de abastecimento não inclui apenas os fabricantes e fornecedores, mas também os transportadores, empreiteiros, armazéns, fábricas de fornecedores, os varejistas e os próprios clientes. Portanto, o gerenciamento da cadeia de suprimentos propicia o alinhamento das funções de cada organização, essas funções incluem: desenvolvimento de novos produtos, marketing, logística, compras, operações, distribuições, finanças, RH (Recursos Humanos), administração.

Pode-se concluir que o gerenciamento da cadeia de suprimentos é uma atividade chave das empresas que possuem a meta de aumentar sua vantagem competitiva em relação aos concorrentes com a efetiva gestão de sua cadeia de abastecimento. Assim, para alcançarem a sustentabilidade as empresas precisam repensar, reorientar, redesenhar, reavaliar e reconhecer potenciais capacidades e operações de sua cadeia de suprimentos, pois a sobrevivência das empresas

depende diretamente da performance de sua cadeia de abastecimento (Kumar, Verma, Sharma, & Khan, 2017).

De acordo com Mital *et al.* (2017), o desempenho da cadeia de suprimentos é efetivo quando a organização possui a capacidade de disponibilizar ao cliente, no tempo desejado, a quantidade de produtos e serviços com qualidade adequada. Além disso, é imprescindível que seja de forma que minimize o custo dos produtos e serviços da cadeia de suprimentos. Um dos princípios do modelo SCOR (*Supply Chain Operations Reference*) é a medição do desempenho em diversas dimensões, a fim de considerar igualmente importante no processo interno da organização as cinco dimensões de medidas: confiabilidade, capacidade de resposta, flexibilidade, custo e eficiência na gestão de ativos (Sindhuja, 2014).

Leończuk (2016) defende que o desempenho de uma cadeia de suprimentos deve ser mensurado por um sistema de medição, com um conjunto de indicadores globais, que possibilitem quantificar a eficiência e eficácia das operações. Portanto, um efetivo sistema de medição possibilita identificar áreas problemáticas e/ou com resultados superiores à concorrência. Consequentemente, essa quantificação é vital para o gerenciamento de operações em ambientes competitivos, pois pode direcionar estratégias que reduzam *Gap's* (Lacuna entre o esperado e o real) da operação, e a comparação com concorrentes e líderes. Sobre outra visão, a intensificação das operações exige a melhoria da medição do desempenho da cadeia de suprimentos, pois é uma questão crítica para as companhias (Cedillo-Campos & Sánchez-Ramírez, 2013).

2.2 Fatores de Riscos no Desempenho da Cadeia de Suprimentos

Toda transação, processos e tomadas de decisões nos negócios são propensos a incertezas. Um evento imprevisto pode ser desencadeado por erros de julgamento ou avaliações equivocadas, que devem ser monitoradas e gerenciadas sempre que descobertas (Heckmann, Comes, & Nickel, 2015). Os mesmos autores definem risco da cadeia de suprimento como eventos desencadeantes que provocam a perda potencial do desempenho de uma

cadeia de suprimentos, em termos de suas metas de eficiência e eficácia, devido ao desenvolvimento de características que não beneficiam os membros da cadeia.

O Quadro 1 expõe um conjunto de dimensões e variáveis abordadas em outros estudos, colocando-as como fatores de risco no desempenho de uma CS. A presente pesquisa utilizou estes estudos como suporte para elaboração do modelo teórico da SEM e revisão de literatura acerca de fatores de risco.

Quadro 1 - Características da literatura revisada sobre a fatores de risco ao desempenho de CS

Autores	Modelos e métodos utilizados	Dimensões e variáveis utilizadas													
		Custo			Capacidade de resposta			Segurança		Conhecimento		Variação de volume		Qualidade	
		C1	C2	C3	R1	R2	R3	S1	S2	P1	P2	D1	D2	Q1	Q2
Asher e Haris (2016)	Aprendizado de loop duplo ou triplo						●			●	●				
Zak e Weglinski (2014)	ELECTRE III e IV	●	●					●	●						●
Sindhuja (2014)	SEM	●	●		●	●									
Sadeghi (2015)	Suavização exponencial	●	●		●	●									
Anand e Grover (2015)	SCOR	●	●	●								●	●		
Zaman e Ahsan (2014)	SCOR	●	●	●							●				

Acelar <i>et al.</i> (2014)	SEM	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●
Cannella <i>et al.</i> (2016)	Sistemas dinâmicos	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●
Cedillo e Sanchez (2008)	Sistemas dinâmicos	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●
Chakraborty <i>et al.</i> (2013)	GRA, MOORA e ELECTRE II	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●
Dia <i>et al.</i> (2015)	Otimização baseada em simulação	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●
Fayezi <i>et al.</i> (2005)	SEM	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●
Gu e Wei (2015)	Programação inteira mista	● ● ●	● ● ●	● ● ●	● ● ●	● ● ●	● ● ●	● ● ●	● ● ●
Gonçalves (2016)	SEM e AHP	● ● ●	● ● ●	● ● ●	● ● ●	● ● ●	● ● ●	● ● ●	● ● ●
Guzel e Erdal (2015)	Lógica fuzzy, TOPSIS e VIKOR	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●
Heckmann <i>et al.</i> (2015)	Programação linear e não-linear	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●
Heydari <i>et al.</i> (2016)	Otimização baseada em simulação	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●
Juneho <i>et al.</i> (2017)	SEM	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●
Kumar <i>et al.</i> (2017)	SEM	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●
Leonzuk (2016)	SCOR	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●
Mehmet <i>et al.</i> (2016)	Problema do jornaleiro	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●

Mishra <i>et al.</i> (2016)	SEM			●	●				●	●
Mital <i>et al.</i> (2016)	AHP	●	●	●	●			●	●	●
Opasanon e Lertsant (2013)	AHP	●	●	●		●	●		●	●
Sang <i>et al.</i> (2016)	SEM	●		●	●			●		
Tripathy <i>et al.</i> (2016)	SEM								●	
Nakandala <i>et al.</i> (2016)	Algoritmos e simulação fuzzy	●	●					●		●
Grabara <i>et al.</i> (2016)	Bibliometria	●						●		●
Uysal e Yavuz (2014)	ELECTRE	●	●	●		●	●			
Vahid e Mahour (2016)	Modelo multiobjetivo	●	●						●	●
Wieland e Wallenburg (2013)	SEM			●	●	●		●	●	

Legenda: Custo de Transporte (C1), Custo de Estoque (C2), Localização do CD (C3), Flexibilidade (R1), Agilidade (R2), Tecnologia da Informação e Comunicação (R3), Segurança no Transporte (S1), Segurança no CD (S2), Padronização (P1), Aprendizado (P2), Incerteza na Demanda (D1), Incerteza na Oferta (D2), Condições de Armazenagem (Q1) e Condições de Transporte (Q2).

Fonte: Autores.

A eficiência de custos é uma medida de desempenho relacionada com a capacidade de uma empresa para minimizar os custos associados ao gerenciamento de suas operações de cadeia de suprimentos (Um, Lyons, Lam, Cheng, & Dominguez, 2017). A definição de localização de um centro de distribuição influencia a eficiência de custo de uma cadeia de Suprimentos (Rodrigues, Pizzolato, Andrade, & de Souza, 2014). Em seu estudo, Gonçalves (2016) utilizou uma abordagem híbrida,

por meio do método multicritério *Analytic Hierarchy Process* (AHP) e da técnica *Structural Equation Modeling* (SEM) na determinação da melhor localização de CDs, devido a sua relevância no desempenho da cadeia de suprimentos.

Longos e incertos tempos de espera são um risco à cadeia de suprimentos, forçando seus membros a manterem elevados estoques ou provocam níveis insuficientes de atendimento ao cliente, prejudicando assim todo o nível de serviço

da cadeia (Heydari, 2014). À medida que as variabilidades do tempo de execução dos membros a montante aumentam, a probabilidade de agregação de tempo do ciclo se eleva, obrigando revendedores a mudar sua política de pedidos para reduzir custos relacionados à falta de insumos e/ou produtos (Heydari, Mahmoodi, & Taleizadeh, 2016). Na opinião de Heydari (2014), a amortização do custo de estoque, devido à variabilidade do tempo de espera, necessita ser feita com base no ponto de reabastecimento do fornecedor. Este autor ainda destaca que esse ponto deve ser determinado de forma a minimizar o custo da cadeia de suprimentos.

Segundo Cedillo-Campos e Sánchez-Ramírez (2013), as cadeias de suprimentos devem manter a competitividade, ajustando o fluxo de materiais entre as organizações em períodos de flutuação de demanda e/ou oferta, a fim de obter redução do impacto desse fenômeno. A incerteza da demanda pode provocar um volume de produção maior que o necessário, impactando negativamente a eficiência de custo das organizações (Begen, Pun, & Yan, 2016).

Para Heydari *et al.* (2016), a incerteza da oferta pode trazer prejuízos irreversíveis à organização. O mesmo autor relata que, no ano de 1999, a Apple Company não conseguiu responder a demanda dos clientes devido à falta de fornecimento de insumos no momento correto por sua fornecedora. Para combater a incerteza da oferta, a alocação do ponto de reabastecimento dos estoques dos membros a montante para uma posição mais elevada promove essa redução. Com isso, os membros podem responder com maior velocidade suas demandas, mas essa prática não é adotada sem contrapartida devido ao aumento dos custos de inventário (Avelar-Sosa, García-Alcaraz, & Castrellón-Torres, 2014; Heydari *et al.*, 2016)

O relacionamento entre os fornecedores e compradores tem influência de fatores motivadores como, por exemplo, confiança e dependência, que dentro da troca social são elementos importantes (Mishra *et al.*, 2016). Conforme Ramanathan e Gunasekaran (2014), a integração e comunicação das organizações com seus fornecedores vêm desenvolvendo-se com o passar do tempo, objetivando adequar-se a mudanças mais ágeis e atender às necessidades dos clientes, elevando o nível de serviço. Contrapondo a demanda, um fator externo e incerto à cadeia de suprimentos, a flexibilidade pode ser gerenciada de modo a elevar a capacidade da cadeia em atender a demanda.

De acordo com Kumar *et al.* (2017), para os mercados atuais agilidade e flexibilidade são fatores de grande impacto na performance de uma cadeia de suprimentos, de forma que as organizações devem buscar a maximização dessas características. É fundamental ressaltar as diferenças de compreensão e aplicação de flexibilidade e agilidade dentro das cadeias de suprimentos, já que muitas empresas podem utilizar os termos de maneira errônea, visto que os dois processos estão relacionados, mesmo estando em diferentes pontos estratégicos (Fayezi *et al.*, 2015). Os autores ainda afirmam que flexibilidade se tornou uma característica crítica da cadeia de suprimentos, pois ela representa a capacidade de resposta de uma organização a mudanças internas e externas, influenciando diretamente no desempenho da cadeia de suprimentos.

A agilidade da cadeia de suprimentos é considerada como uma capacidade dinâmica, que é derivada da flexibilidade nos processos da cadeia de suprimentos (Um *et al.*, 2017). A agilidade de uma cadeia de suprimentos é uma característica vital, que proporciona às empresas envolvidas

responderem de forma veloz as incertezas e mudanças no ambiente em que estão inseridas, de forma reativa, proativa e preditiva, com o intuito de atender à necessidade e requisitos dos clientes finais (Fayezi *et al.*, 2015). Embora a agilidade e a flexibilidade se complementem, a falta de flexibilidade não leva automaticamente a uma falta de agilidade, defendem os mesmos autores.

Alcançar a agilidade da cadeia de suprimentos leva à redução do custo inventário, combatendo as variações de demanda de forma mais eficiente, respondendo às exigências do consumidor mais rapidamente e colaborando com fornecedores e parceiros de forma mais eficaz (Lee, Rha, Choi, & Noh, 2013). Um *et al.* (2017) defende que a agilidade desempenha um papel crucial na melhoria dos custos e do atendimento ao cliente em um mercado de alta customização.

Para garantir uma performance da cadeia de suprimentos superior, a adoção das últimas técnicas de tecnologia de informação e comunicação é um passo crítico, pois impacta no desempenho da cadeia de suprimentos em diversas frentes (Kumar *et al.*, 2017). O modelo análise estrutural formulado indicou que o TIC (Tecnologia de Informação e Comunicação) é uma das chaves para se alcançar vantagem competitiva em relação aos seus concorrentes, pois encurta a relação entre a organização e seus *stakeholders*, além de propiciar uma melhora na eficiência e eficácia logística (Tripathy, Aich, Chakraborty, & Lee, 2016).

O gerenciamento de uma cadeia de suprimentos envolve diversas atividades coletivas das mais diversas áreas. A integração dos departamentos, e o alinhamento estratégico, cultural e estrutural das organizações promovem uma estrutura de processos padrões eficientes em uma cadeia de suprimentos, a fim de melhorar seu

desempenho (Kumar *et al.*, 2017). Ramish e Aslam (2016) elucidam que o aprendizado adquirido em uma cadeia de fornecimento é de suma importância para alavancar sua gestão de indicadores de performance, pois é capaz de destacar o que é relevante para toda cadeia.

Conforme Gu e Wei (2015), dimensões como custo e segurança possibilitam uma melhor eficiência na gestão das inter-relações dos integrantes de uma cadeia. A localização dos elos de uma CS é um fator de risco para o desempenho de uma cadeia de suprimentos, levando em consideração a eficiência de custos e o índice de criminalidade da região (Chakraborty, Ray, & Dan, 2013). A segurança no tráfego e no CD (centro de distribuição) impactam nas operações de movimentação, pode-se atribuir a esse fato o número de roubos de carga (Güzel & Erdal, 2015).

A qualidade dos produtos é colocada em risco em operações de movimentação, pois de acordo com para Güzel e Erdal (2015), as condições das vias podem comprometer a integridade da carga. Isso deve-se ao fato de os veículos utilizados para transporte não conseguirem absorver todos os impactos a que a carga fica sujeita, gerando prejuízo econômico para as organizações. A manutenção de padrões de alta qualidade é importante para o valor de mercado do produto, bem como a aceitação do cliente e a segurança alimentar que, por sua vez, corroboram para a reputação a longo prazo das organizações (Nakandala, Lau, & Zhang, 2016).

2.3 Structural Equation Model (SEM)

A técnica de modelagem de equações estruturais possui a capacidade de avaliar simultaneamente uma sequência de relações de

dependência, quando se esperam efeitos diretos e indiretos entre as construções envolvidas no modelo proposto (Soliman, Bellaj, & Khelifa, 2016). Além disso, esse método de análise permite testar mais de um modelo e especificar diversos caminhos e, assim, retratar com mais detalhes a realidade estudada (Torres et al., 2015).

A Structural Equation Modeling (SEM) permite a avaliação de modelos teóricos ao utilizar regressão, Path Analysis, Confirmatory Factor Analysis, variância e covariância, e seu desempenho pode ser avaliado pelos índices de ajuste RMSEA (Root Mean Square Error of Approximation), GFI (Goodness-of-Fit Index) e AGFI (Adjusted Goodness-of-Fit Index) (Gonçalves, 2016).

Com intuito de avaliar a significância do modelo teórico é necessário realizar o teste estatístico Relação Crítica (RC), aferindo a significância do modelo (Chandio, 2011). A divisão dos Coeficientes não padronizados (estimativa de covariância) pelo Erro padrão, que derivam desse teste, sendo que os valores iguais ou superiores a 1,96 podem ser considerados aceitáveis, ou seja,

indicam significância estatística ao nível de $p = 0,05$, relata o mesmo autor.

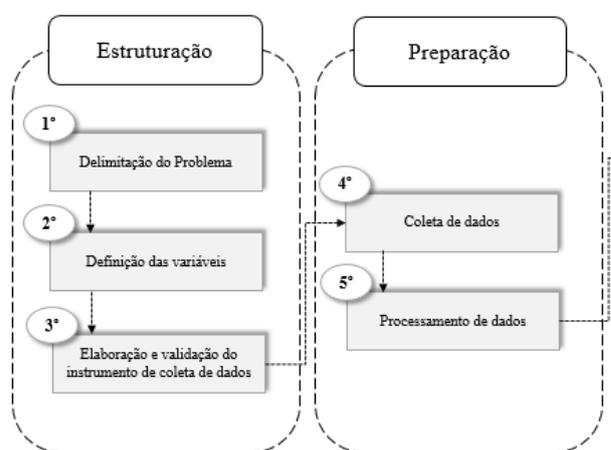
3 Metodologia

Este estudo foi construído em três etapas (Figura 1). O método empregado para sua testagem foi o levantamento *survey*, selecionado por permitir ao investigador condições de extrair conclusões acerca do fenômeno ou da população estudada, valendo-se da estatística (Dresch & Miguel, 2015). Outro importante ponto de vista considerado foi que o levantamento tipo *survey* é capaz de identificar características, informações e conclusões, servindo de base matemática para análises estatísticas, sobre relacionamentos de variáveis estudadas (Ramanathan & Gunasekaran, 2014). Os dados coletados auxiliaram no entendimento das inter-relações entre dimensões e variáveis, consideradas no modelo proposto para avaliação de fatores de risco no gerenciamento da cadeia de suprimentos. O instrumento de coleta de dados foi um questionário estruturado, aplicado à população composta por 75 gestores de empresas componentes de cadeias de abastecimento de cerveja, localizadas no estado do Espírito Santo (ES).

A primeira etapa objetivou a estruturação da pesquisa, iniciando-se com a contextualização dos desafios que as organizações enfrentam para sua manutenção no mercado (delimitação do problema), tendo por base uma revisão de literatura sobre os fatores de risco no desempenho de cadeias de suprimentos. Isso permitiu levantar dimensões e variáveis (definição de variáveis) utilizadas para formulação das hipóteses do modelo teórico.

Desta forma, foram elaboradas hipóteses de investigação tendo por base a literatura. Neste estudo o teste de hipótese tem por objetivo identificar a existência de correlações entre dimensões. Essas hipóteses utilizaram como base

Figura 1 - Procedimentos metodológicos utilizados no estudo



Fonte: Autores

argumentos fundamentados em trabalhos anteriores, associando-os às dimensões indicadas no Quadro 1.

Alavancar a capacidade de resposta da cadeia de suprimentos leva à redução do custo, combatendo as variações de demanda de forma mais eficiente, assim respondendo as exigências do consumidor mais rapidamente, e colaborando com fornecedores e parceiros de forma mais eficaz (Lee *et al.*, 2013). Assim, a primeira hipótese do modelo teórico da SEM é:

H1. Capacidade de Resposta (R) tem efeito positivo sobre Custo (C).

Para Heckmann, Comes e Nickel (2015), em um ambiente de variação de volume o gerenciamento do fluxo de materiais e informações em uma cadeia de suprimentos é crítico para a capacidade de resposta de uma organização. Quando as empresas não conseguem responder às demandas de seus clientes, em virtude da incapacidade de seus fornecedores em disponibilizarem insumos e/ou produtos no momento correto, a capacidade de resposta é prejudicada (Avelar *et al.*, 2014). Assim, a segunda hipótese do modelo teórico é:

H2. Variação de Volume (D) tem efeito positivo sobre Capacidade de Resposta (R).

Segundo Kumar *et al.* (2017), é indispensável que a estrutura dos processos esteja alinhada com o grau de agilidade e flexibilidade, em uma CS, para que haja seu bom funcionamento. Essa visão é ratificada por Wieland e Marcus Wallenburg (2013) e Bandaly, Satir e Shanker (2016), que afirmam ser vital o compartilhamento de conhecimento e informações entre os envolvidos na CS, para uma melhora na velocidade de resposta, crucial no

gerenciamento eficiente de riscos. Assim, a terceira hipótese do modelo teórico da SEM é:

H3. Conhecimento (P) tem efeito positivo sobre Capacidade de Resposta (R).

A incerteza da demanda pode provocar um volume de produção maior que o necessário, impactando negativamente a eficiência do custo das organizações (Begen *et al.*, 2016). Do mesmo modo, a incerteza na oferta gera impacto negativo nas empresas, pois ocasiona elevação em seus custos de armazenagem ao tentar reduzir os custos de falta de produtos e/ou insumos (Avelar *et al.*, 2014; Cannella, Bruccoleri, & Framinan, 2016). Desta forma, a quarta hipótese do modelo teórico da SEM é:

H4. Variação de Volume (D) tem efeito positivo sobre Custo (C).

A localização dos elos de uma CS é um fator de risco para o seu desempenho, levando em consideração a eficiência de custos e índice de criminalidade em que as operações estão sujeitas (Chakraborty *et al.*, 2013). Deste modo, a quinta hipótese do modelo teórico da SEM é:

H5. Segurança (S) tem efeito positivo sobre Custo (C).

De acordo com Grabara, Kolcun e Kot (2014), o processo de transporte deve satisfazer os requisitos mínimos de qualidade, de forma que muitas técnicas de aprendizado foram desenvolvidas, com intuito de melhorar essa demanda. O mesmo autor relata que para se executar um processo de transporte sem problemas, as empresas estão adotando ferramentas modernas de sistemas de informação. Assim, a sexta hipótese do modelo teórico da SEM é:

H6. Conhecimento (P) tem efeito positivo sobre Qualidade (Q).

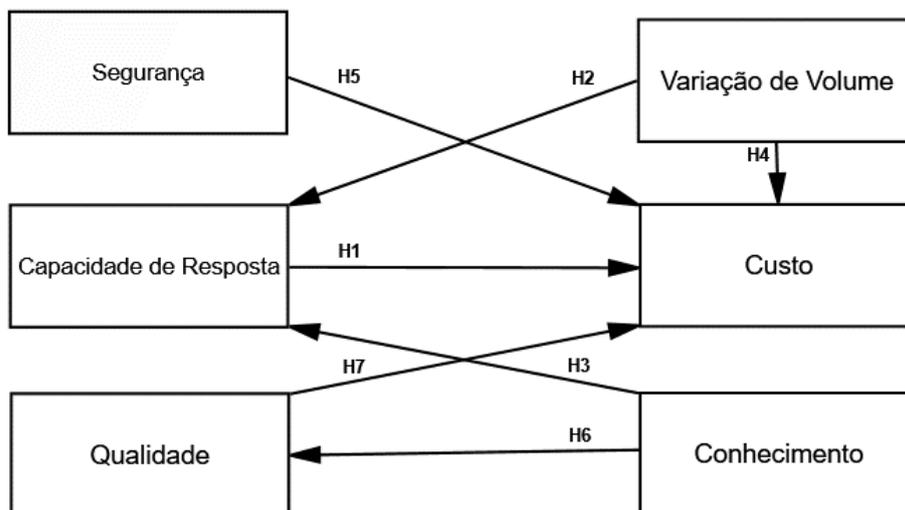
Güzel e Erdal (2015) defendem que as condições das vias podem comprometer a integridade da carga, o que se deve ao fato dos veículos utilizados para transporte não conseguirem absorver todos os impactos a que a carga fica sujeita, gerando prejuízo econômico para as organizações. Considerando uma cadeia de suprimentos que inclui transporte de produtos em condições de refrigeração (temperatura de armazenamento nos caminhões regulada e/ou período de transporte controlado), o custo do transporte pode sofrer um

aumento significativo para manter a qualidade desses produtos (Nakandala et al., 2016). Desta forma, a sétima hipótese do modelo teórico da SEM é:

H7. Qualidade (Q) tem Efeito positivo sobre Custo (C).

Diante disso, o modelo teórico proposto consiste em avaliar sete hipóteses, com intuito de verificar a existência de inter-relações nas dimensões levantadas (Figura 2), sendo cada hipótese individualmente associada a dimensões.

Figura 2 - Modelo Teórico SEM



Fonte: Autores.

A partir da definição das dimensões e hipóteses foi iniciada a elaboração do instrumento de coleta de dados (Miguel et al., 2012), a estrutura desse instrumento utilizou as dimensões levantadas junto à literatura que embasou as hipóteses. A

escala métrica empregada foi a escala preferencial de Saaty (1977), que compara pares de julgamentos baseada na aptidão do respondente em perceber o relacionamento entre objetos e circunstâncias (Tabela 1).

Tabela 1 - Escala preferencial

Valor numérico de ij	Escala verbal
1	Igual importância de i e j
3	Moderada importância de i sobre j
5	Forte importância de i sobre j
7	Importância muito forte de i sobre j
9	Extrema importância de i sobre j
2, 4, 6 e 8	Valores intermediários.

Fonte: Saaty (1977).

Inicialmente o instrumento de coleta foi composto por 5 dimensões e 14 variáveis, conforme indicação da literatura (Quadro 1 e hipóteses). Esse instrumento, após sua elaboração, foi submetido a uma apreciação de 5 experts, selecionados por atuarem na área (2 profissionais de mercado e 3 docentes atuantes no ensino superior). Esses experts verificaram a clareza e objetividade do instrumento, a fim de apreciar, mensurar e indicar outras possíveis dimensões e variáveis, como também melhorias textuais.

Na sequência, a etapa de preparação iniciou com a coleta de dados que foi realizada no período de 10 a 22 de novembro de 2017, com gestores de empresas pertencentes a cadeias de abastecimento de cerveja, localizadas no estado do Espírito Santo (ES). O tamanho da amostra foi obtido por meio dos pressupostos de Dupont e Plummer (1990), que definem o levantamento survey como dependente do tamanho da população e da confiabilidade desejada para os resultados obtidos. Assim, neste estudo foi adotada a expressão representada abaixo pela equação 1 (Dupont & Plummer, 1990):

$$n = Z^2 \frac{Z^2 \cdot \left(\frac{x}{n}\right) \cdot \left(1 - \left(\frac{x}{n}\right)\right) \cdot N}{(N-1) \cdot e^2 + Z^2 \cdot \left(\frac{x}{n}\right) \cdot \left(1 - \left(\frac{x}{n}\right)\right)} \quad (1)$$

Em que: n é o tamanho da amostra, N representa o tamanho da população, sendo e o erro amostral, $\frac{x}{n}$ é a proporção estimada do item pesquisado na amostra (%), Z é o valor da abscissa da curva normal associada ao nível de confiança.

Finalizada a coleta, foi iniciado o processamento dos dados. Esta fase objetivou o

tratamento e remoção de desvios da amostra, que de acordo com Bagozzi e Yi (2012) e Omar (2013) a

ocorrência de outliers em amostragens afeta a qualidade da base de dados, de maneira que os resultados podem não retratar a realidade. Logo, com o tratamento de outliers, há uma tendência de melhora da confiabilidade das variâncias e das covariâncias, entre variáveis ou dimensões, propiciando resultados com confiabilidade mais elevada advindos da SEM (Bagozzi & Yi, 2012; Omar, 2013). Para Kalson (2014), a remoção de outliers de uma amostra pode ser efetuada com a técnica **Z score**, estabelecendo assim um nível de confiança mais aceitável. Segundo este autor, ao ser utilizada essa técnica em bases de dados com menos de 100 elementos, um intervalo $|Z| < 2,5$ deve ser obedecido. Neste estudo foi adotada a indicação de Kalson (2014) como parâmetro de identificação de outliers.

Escalas são frequentemente usadas em instrumentos de pesquisa para mensurar e apoiar construções de informações. No entanto, estas escalas podem consistir em respostas indexadas a questionários dicotômicos ou multipontos, que são posteriormente abreviados e, com isso, obter uma pontuação resultante associada a um respondente. A investigação da confiabilidade interna da escala empregada no instrumento de coleta de dados pode ser percebida como importante verificação da qualidade do questionário, auxiliando, assim, a assimilação de inconsistências e, conseqüentemente, o efeito sobre os resultados (Chandio, 2011). Uma das estatísticas de confiabilidade mais populares atualmente em uso é

o alfa de Cronbach (Cronbach, 1951). O alfa de Cronbach determina a consistência interna ou correlação média de itens em um instrumento de pesquisa para avaliar sua confiabilidade. Nesse estudo, a confiabilidade dos dados coletados foi verificada a partir de um valor mínimo aceitável de 0,7 para o alfa de Cronbach. O software SPSS (Statistical Package for the Social Science), versão trial 23.0, auxiliou a realização das análises estatísticas.

A terceira etapa foi iniciada com a composição do modelo de mensuração da SEM utilizando as variáveis definidas na primeira etapa e tendo em vista possibilidades de inter-relações entre as variáveis e possíveis caminhos apontados (Figura 2). O software AMOS (Analysis of MOment Structures), versão trial 23.0, auxiliou a operacionalização da SEM. Posteriormente, foram verificados índices de ajuste para o modelo de mensuração, a fim de analisar a qualidade de ajuste desse modelo. Neste estudo foram adotados os índices GFI, AGFI e RMSEA (Quadro 3). Selecionou-se o GFI por calcular a proporção de variância que é explicada pela covariância da população estimada (Jöreskog & Sörbom, 1982). O AGFI foi adotado porque, segundo Gonçalves (2016), é corrigido pelo grau de liberdade e tende de aumentar de acordo com o tamanho da amostra. Esse índice muitas vezes é adotado como índice confirmatório. O RMSEA foi preterido por considerar possíveis erros de aproximação da amostra e possuir sensibilidade ao número de parâmetros estudados (Gonçalves, 2016).

Quadro 3 - Índices de ajuste para verificação de consistência do modelo da SEM

Índice	Abreviação	Valores de referencia
<i>Root Mean Square Error of Approximation</i>	RMSEA	0,10 Inaceitável]0,05; 0,10] Aceitável $\leq 0,05$ Muito bom
<i>Goodness-of-Fit Index</i>	GFI	< 0,8 Inaceitável [0,8; 0,9[Ruim [0,9; 0,95[Bom $\geq 0,95$ Muito bom
<i>Adjusted Goodness-of-Fit Index</i>	AGFI	< 0,8 Inaceitável [0,8; 0,9[Ruim [0,9; 0,95[Bom $\geq 0,95$ Muito bom

Fonte: Gonçalves (2016)

Desta forma, caso os ajustes não atendam às especificações (Quadro 3), o resultado do modelo será considerado inconsistente, existindo a necessidade de realização de uma readequação (Kalson, 2014). Neste estudo, como ponto de parada de reespecificação do modelo de mensuração foi adotado que os índices apresentassem, no mínimo, classificações consideradas como: GFI \rightarrow Ruim (R); AGFI \rightarrow Ruim (R); RMSEA \rightarrow Aceitável (A).

4. Resultados

Ao ser realizada uma revisão da literatura, foram verificadas diversas dimensões e variáveis que compõem os desafios que as organizações enfrentam em seu cotidiano (Quadro 1), os quais

podem ser considerados fatores de risco ao desempenho de cadeias de suprimentos do setor de bebidas. A partir disso, foram elaboradas hipóteses que compuseram o modelo teórico da SEM (Figura 2). A elaboração do instrumento de coleta de dados utilizou estas dimensões e a escala preferencial de Saaty (Tabela 1).

Assim, primeiramente o instrumento de coleta foi composto por 5 dimensões e 14 variáveis, sendo apreciado na sequência pelos 5 experts. Após essa apreciação, foram realizados ajustes no texto inicial a partir das indicações dos experts. Esses ajustes se deram com a adição das variáveis: Disponibilidade de Frota (R4), Mão-de-obra Qualificada (P3) e Controle de Qualidade na Fabricação (Q3), associadas às dimensões: Capacidade de Resposta (R); Conhecimento (P) e

Qualidade (Q), consideradas como importantes pelos experts. Dessa forma, o conjunto de

dimensões e variáveis escolhidas para o modelo foi reformulado (Quadro 4).

Quadro 4 - Conjunto de dimensões e variáveis segundo a literatura

Dimensões	Variáveis	Literaturas que suportam os constructos
Custo (C)	Custo de Transporte (C1)	Chakraborty <i>et al.</i> (2013); Lee <i>et al.</i> (2013); Avelar <i>et al.</i> (2014); Güzel e Erdal (2015); Begem <i>et al.</i> (2016);
	Custo de Armazenagem (C2)	Cannella <i>et al.</i> (2016); Nakandala <i>et al.</i> (2016)
	Localização de CDs (C3)	
Variação de Volume (D)	Incerteza na Demanda (D1)	Avelar <i>et al.</i> (2014); Heckmann <i>et al.</i> (2015); Begem <i>et al.</i> (2016); Cannella <i>et al.</i> (2016)
	Incerteza na Oferta (D2)	
Capacidade de Resposta (R)	Agilidade (R1)	Lee <i>et al.</i> (2013); Wieland e Wallenburg (2013); Avelar <i>et al.</i> (2014); Heckmann <i>et al.</i> (2015); Bandaly <i>et al.</i> (2016);
	Flexibilidade (R2)	Kumar <i>et al.</i> (2017)
	TIC (R3)	
	Disponibilidade de Frota (R4)	
Conhecimento (P)	Padronização (P1)	Wieland e Wallenburg (2013); Grabara <i>et al.</i> (2014); Bandaly <i>et al.</i> (2016);
	Aprendizado (P2)	Kumar <i>et al.</i> (2017)
	Mão-de-Obra Qualificada (P3)	
Segurança (S)	Segurança no Transporte (S1)	Chakraborty <i>et al.</i> (2013)
	Segurança no CD (S2)	
Qualidade (Q)	Condições de Transporte (Q1)	Grabara <i>et al.</i> (2014); Güzel e Erdal (2015); Nakandala <i>et al.</i> (2016)
	Condições de Armazenagem (Q2)	
	Controle de Qualidade na Fabricação (Q3)	

Fonte: Autores.

A etapa de preparação foi iniciada com o dimensionamento do tamanho da amostra,

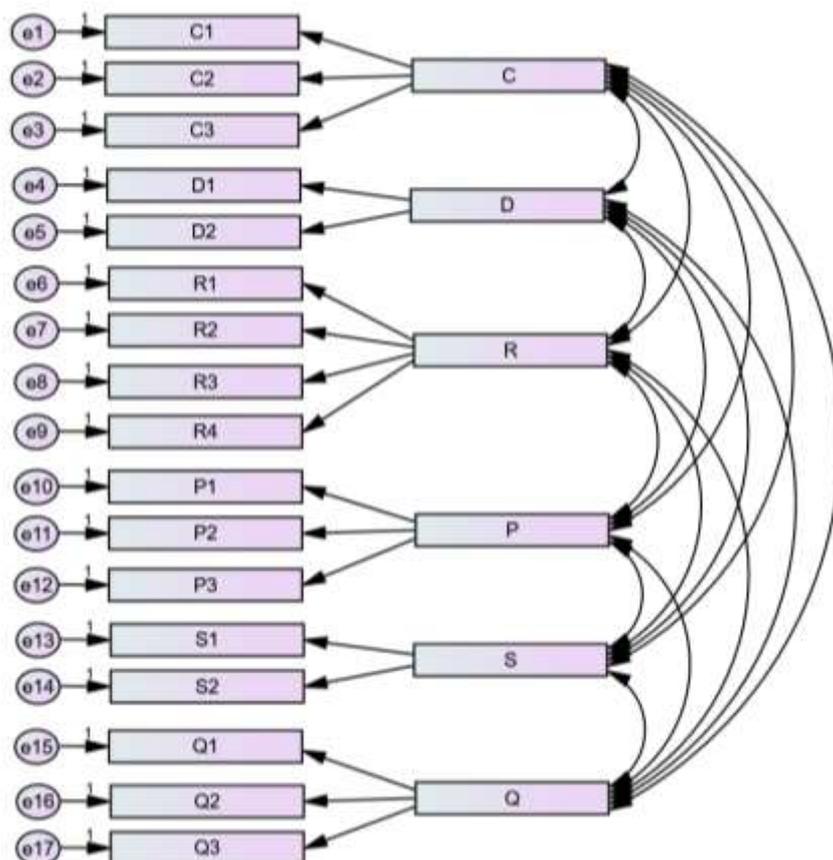
calculada a partir da população de 121 gestores de empresas componentes de cadeias de

abastecimento de cerveja, localizadas no estado do Espírito Santo (ES), considerando um nível de confiança $Z = 95\%$, erro amostral máximo de 5 pontos e percentual máximo de 90%. Com isso, o tamanho da amostra foi dimensionado em 65 respondentes válidos. A partir dessa definição, o questionário foi aplicado a gerentes, coordenadores, supervisores e analistas, que trabalham nos setores de vendas, trade marketing, financeiro e logística de cadeia de abastecimento de cerveja do ES. Destes, para 58 participantes foi solicitado o preenchimento fisicamente e aos demais via correio eletrônico. Assim, foi obtida uma amostragem de 77 respondentes, que foi tabulada no software SPSS,

possibilitando a identificação de 4 outliers ($Z \geq 2,5$), sendo considerado satisfatório o quantitativo final de 73 respondentes. Na sequência, ao verificar a confiabilidade interna da escala utilizada no instrumento de coleta de dados, por meio do alfa de Cronbach (0,798), a amostragem pode ser considerada aceitável.

A etapa de aplicação foi iniciada com a composição do modelo de mensuração da SEM (modelagem), realizada no software AMOS com as 6 dimensões e 17 variáveis definidas na etapa de estruturação (Quadro 4), sendo apontadas inter-relações (diagrama de caminhos) entre dimensões (Figura 3).

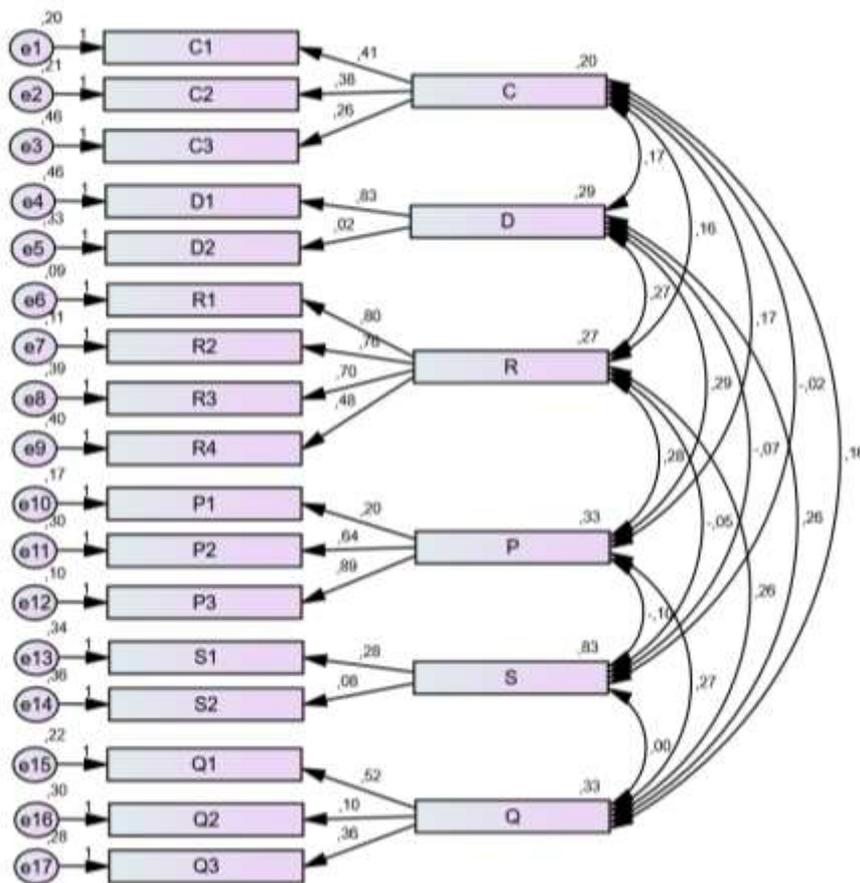
Figura 3 - Modelo de mensuração da SEM



Fonte: Autores.

A análise dos dados foi realizada utilizando a Confirmatory Factor Analysis (CFA) no modelo de mensuração (Figura 3). A partir dessa ação e observando os resultados no diagrama de caminhos inicial, pode ser observada relações entre dimensões (Figura 4). O método de máxima verossimilhança (ML) foi o preterido em virtude de ser uma das abordagens de estimação mais utilizadas na literatura (Avelar et al., 2014; Gonçalves, 2016; Mishra et al., 2016).

Figura 4 - Confirmatory Factor Analysis do Modelo de mensuração da SEM



Fonte: Autores.

Os caminhos entre dimensões e entre dimensões e variáveis, permitem visualizar relações existentes no modelo (Figura 4). A partir dessa visualização, foi possível identificar dimensões que possuem correlação mínima com alguma de suas variáveis. Como, por exemplo, D (variação de volume) e D2 com 0,02; S (segurança) e S2 com 0,08 e Q (qualidade) e Q2 com 0,10. Essas baixas correlações são explicadas pela literatura, a qual

atribuem esses resultados a um planejamento existente e de conhecimento comum no mercado, sendo prática cotidiana tomar medidas de prevenção e/ou mitigadoras sobre essas variáveis (Avelar et al., 2014; Cannella et al., 2016). De acordo com Lee e Whang (2005), utilizando uma abordagem correta de gerenciamento, novas tecnologias e processos operacionais reprojados, é possível alcançar maior segurança na cadeia de suprimentos

a um custo menor. Ratificando essa visão, Park, Min e Min (2016) destacam que, de maneira geral, empresas que correm risco de ruptura da cadeia de fornecimento, são mais propensas a planejar e cumprir iniciativas de segurança e, com isso, constroem estoques de segurança, vislumbrando reduzir a frequência de ocorrência de interrupções na cadeia. Esses pressupostos auxiliam o entendimento da baixa correlação obtida no modelo

de mensuração sobre a dimensão segurança. Com isso, o resultado pode ser considerado plausível para o setor de bebidas, mas devendo ser revisto para outros segmentos. Por esse motivo, resultados deste tipo tendem a afetar o desempenho do modelo de mensuração, o que pode ser verificado por meio dos índices de ajuste, que comprovam a necessidade de reespecificação (Tabela 2).

Tabela 2 – Índices de ajuste obtidos para verificação de consistência do modelo de mensuração.

Índice	Resultado	Consistencia
RMSEA	0,104	> 0,10 Inaceitável
GFI	0,740	< 0,8 Inaceitável
AGFI	0,676	< 0,8 Inaceitável

Fonte: Autores.

Desta feita, foi necessário reformular o modelo de mensuração com intuito de adequar o mesmo aos índices de ajustes e, conseqüentemente, uma melhor aderência ao caso estudado. Assim, correlações com $p - value > 0,05$, em que o modelo também apresente índices de ajuste abaixo do especificado (GFI → Ruim; AGFI → Ruim e, RMSEA → Aceitável A), Tabela 3, foram removidas do modelo a fim de melhorar o desempenho global (Mishra et al., 2016).

Tabela 3 - Índices de ajuste obtidos a partir da reespecificação

Versão Reespecificada	Dimensões e/ou variáveis removidas	GFI		AGFI		RMSEA	
		Valor Obtido	Consist.	Valor Obtido	Consist.	Valor Obtido	Consist.
V ₁	S2	0,747	I	0,680	I	0,102	I
V ₂	S1	0,771	I	0,706	I	0,092	A
V ₃	S	0,770	I	0,707	I	0,098	A
V ₄	D2	0,777	I	0,712	I	0,098	A

V_5	Q2	0,805	R	0,743	I	0,088	A
V_6	P1	0,818	R	0,755	I	0,091	A
V_7	C3	0,847	R	0,790	I	0,081	A
V_8	R4	0,869	R	0,815	R	0,055	A
V_9	R3	0,901	B	0,855	R	0,010	MB

Nota: Aceitável (A), Bom (B), Inaceitável (I), Muito Bom (MB) e Ruim (R).

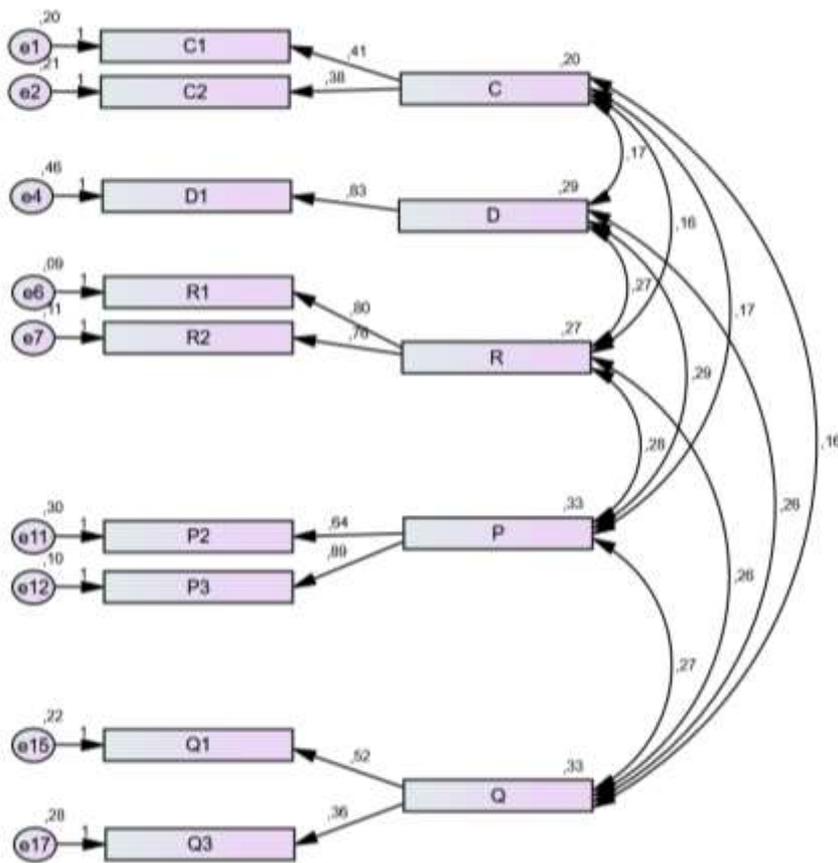
Fonte: Autores.

A reespecificação do modelo de mensuração seguiu os pressupostos de Gonçalves (2016) e iniciou a operacionalização pelas dimensões com menores correlações. A cada versão reespecificada, levando em conta as variáveis e dimensões removidas, o modelo foi novamente simulado, possibilitando a análise dos índices de ajustes para cada versão, com intuito de efetuar alterações até o modelo atingir índices minimamente aceitáveis.

A reespecificação do modelo de mensuração da SEM foi realizada por nove vezes até o

atingimento das condições mínimas estabelecidas (Tabela 3), sendo com isso considerada aceitável ao término desse procedimento. Conseqüentemente, o atendimento a essas condições, sugerem um ajuste consistente desse modelo, sinalizando que não há diferença considerável entre as matrizes de variáveis, ou seja, o modelo reespecificado retratou de modo eficaz a matriz de covariância das variáveis analisadas (Figura 5).

Figura 5: *Confirmatory Factor Analysis* do Modelo de mensuração reespecificado da SEM



Fonte: Autores

Embora o modelo tenha utilizado dimensões e variáveis indicadas pela literatura, houve também uma importante contribuição e indicação de adição de outros elementos, por parte de experts. Dentre estes elementos indicados, os resultados confirmaram a existência de correlação das variáveis P3 (Mão-de-obra Qualificada) e Q3 (Controle de Qualidade na Fabricação). Ratificando estes achados, Fujita e Hamaguchi (2016) enfatizam que, sujeito às condições de mercado, o comportamento que resulta numa minimização de custos da gestão de estoques das empresas é proporcionado, em sua maior parte, por uma mão-de-obra qualificada, conseqüentemente, um efeito chicote emerge à medida que as cadeias de suprimentos se alongam e, se tornam mais incertas ao atravessar fronteiras

nacionais com mais frequência. Também corroborando com esta visão, Beske, Land e Seuring (2014) destacam que, por um lado, decisões estruturais sobre como integrar técnica e, logisticamente, os parceiros na cadeia de suprimentos, dependem diretamente do Controle de Qualidade na Fabricação, gerando informações a serem compartilhadas. As correlações paritárias das dimensões e suas respectivas variáveis observadas no modelo reespecificado V_9 , indicam a existência de significâncias nos caminhos (ligações) entre elas. (Tabela 4).

Tabela 4: Resultados das ligações entre dimensões e variáveis

β	Coefficientes não padronizados	Erros padrão	Relação Crítica (R.C.)	p -value
C1 \leftarrow C	0,412	0,117	3,515	< 0,001
C2 \leftarrow C	0,383	0,119	3,21	< 0,001
D1 \leftarrow D	0,83	0,149	5,586	< 0,001
R1 \leftarrow R	0,797	0,067	11,9	< 0,001
R2 \leftarrow R	0,759	0,076	9,944	< 0,001
P2 \leftarrow P	0,645	0,113	5,702	< 0,001
P3 \leftarrow P	0,892	0,067	13,366	< 0,001
Q3 \leftarrow Q	0,36	0,107	3,363	< 0,001
Q1 \leftarrow Q	0,52	0,095	5,447	< 0,001

Fonte: Autores.

Desta forma, é possível verificar a existência de significância da dimensão Custo sobre a variável C1, como exemplo, a relação C1 \leftarrow C = 0,412, com $R.C. = 3,515$, ficando acima do mínimo de 1,97, com p -value < 0,001. Nesse mesmo sentido, a variável C1 possui relação de significância com a dimensão Custo e as demais variáveis (Tabela 3), também possuem relações do mesmo tipo com suas respectivas dimensões, fato que pode ser comprovado por meio das relações críticas que possuem valor acima de 1,96, e p -value < 0,001, comprovando a existência de linearidade. Subsequentemente, foi realizado teste de hipóteses do modelo reespecificado (V_0), sendo avaliada a significância e a magnitude dos coeficientes de regressão estimados (Tabela 5).

Tabela 5 - Teste de hipótese a partir do modelo reespecificado da SEM

Hipóteses	Caminho	Coefficientes não padronizados	Erros padrão	Relação Crítica	p -value	Situação
H_1	C \leftarrow R	0,162	0,035	4,784	< 0,001	Suportada
H_2	R \leftarrow D	0,271	0,034	4,824	< 0,001	Suportada

H_3	R \leftarrow P	0,295	0,050	5,872	< 0,001	Suportada
H_4	C \leftarrow D	0,166	0,035	4,478	< 0,001	Suportada
H_5	Não Reespecificado	-----	-----	-----	-----	Refutada
H_6	Q \leftarrow P	0,272	0,051	5,387	< 0,001	Suportada
H_7	C \leftarrow Q	0,162	0,036	4,459	< 0,001	Suportada

Fonte: Autores.

Ao analisar as relações obtidas entre os elementos do modelo teórico proposto, pode-se notar que os índices de ajustes obtidos com aquela formulação não atendem às especificações da literatura. Consequentemente, foi necessário a readequação do modelo da SEM, visando aumentar a confiabilidade da aplicação do método. Contudo, ao alterar a estrutura, a hipótese H_5 foi refutada.

As demais hipóteses apresentam Coeficientes não padronizados positivos e, Erros padrão que indicam uma aceitável dispersão. A Relação Crítica superior a 1,96 (Tabela 4), corrobora para que H_1 , H_2 , H_3 , H_4 , H_5 , H_6 e H_7 sejam consideradas suportadas.

O impacto de C \leftarrow R (H_1), suportado no teste de hipótese, foi confirmado com os resultados de Um et al. (2017), quanto à relação R \leftarrow D (H_2), Heydari et al. (2016) confirmam essa hipótese em seu estudo, ao identificar ações tomadas por organizações, com intuito de manterem a capacidade de resposta em períodos de variação de volume.

Esses períodos podem provocar um volume de produção maior que o necessário, impactando negativamente a eficiência do custo das organizações (Heydari et al., 2016; Fayezi et al., 2015). O achado desses autores está de acordo com impacto C \leftarrow D (H_4) mensurado pelo presente estudo por meio da SEM.

A hipótese R \leftarrow P (H_3) é defendida por Kumar et al. (2017), ao relatar a necessidade do alinhamento entre processos de gestão do conhecimento e a velocidade de resposta de uma organização. A relação de Q \leftarrow P (H_6) e C \leftarrow Q (H_7) são confirmadas pelos resultados de Nakandala et al. (2016) e Güzel & Erdal (2015), quanto ao impacto da qualidade no desempenho de uma cadeia de suprimentos.

Roehrich, Grosvold e Hoejmoose (2014) fizeram uma contribuição significativa para a literatura ao conduzir um estudo transversal baseado na técnica dos 4C's (Conflicting priorities – Prioridades conflitantes; Capabilities and resources – Capacidades e recursos; Commitment – Comprometimento e, Contextual setting - Cenário contextual) do processo de tomada de decisão envolvido no gerenciamento de cadeia de suprimentos. Os resultados destes autores sugerem que os gestores estão enfrentando uma série de restrições, o que leva a escolhas abaixo do ideal em relação ao nível de implementação na cadeia de suprimentos. Embora estes resultados sejam satisfatórios, o trabalho destes autores não realiza uma investigação multivariada, que permite analisar diferentes cenários como o apresentado neste estudo.

Revilla e Saenz, (2017), em seu trabalho, levam a literatura da cadeia de suprimentos para além do esforço do foco exclusivamente interno, considerando conjuntamente estes esforços e os interorganizacionais e, mais importante, desenvolvendo um único modelo configuracional para analisar os modos de interação no gerenciamento de riscos na cadeia de suprimentos. Entretanto, a pesquisa destas autoras aborda a lacuna da literatura com base em um escopo mais amplo das amostras, os resultados empíricos mostraram um nível mais alto de generalização ao utilizar a inferência estatística. Contudo, este estudo amplia esta pesquisa por utilizar hibridamente a análise multivariada de dados e a inferência estatística. Isso permitiu não somente a utilização destas técnicas, como também a ampliação da visualização de resultados.

Kwak et al. (2018) indicaram em sua pesquisa a importância de levar em conta as interações de

risco no processo de identificação e a avaliação de eventos de risco na cadeia de suprimentos. A principal contribuição destes autores para o conhecimento é o desenvolvimento de um modelo de análise de risco de logística da cadeia de suprimentos que inclui elementos de risco e interações. Apesar deste modelo trazer uma visão holística das implicações dos elementos de risco, ela se limita a interações a partir de comparações paritárias considerando uma escala pré-definida. No estudo aqui proposto, a pesquisa vai além desta abordagem ao utilizar a escala de Saaty (1997), considerada clássica por sua abrangência cognitiva ao utilizar os princípios de Likert e, também, uma abordagem híbrida de técnicas de análise multivariada e inferência estatística.

5 Conclusão

Este estudo empírico oferece uma visão sobre a gestão de risco em cadeias de suprimentos de bebidas. Isso é operacionalizado por meio da visualização da pressão externa, ou seja, das partes interessadas, bem como da orientação interna e dos direcionadores de competitividade para a implementação de medidas voltadas à essa gestão. O objetivo do estudo foi atingido ao ser possível formular um modelo de equação estrutural e se realizar análises das inter-relações de critérios (dimensões e variáveis), para visualização de fatores de risco no gerenciamento do setor de abastecimento de cerveja do estado do Espírito Santo (ES). Dentro desse contexto, ainda foram encontrados importantes descobertas (variáveis) como: Disponibilidade de Frota (R4), Mão-de-obra Qualificada (P3) e Controle de Qualidade na Fabricação (Q3), adicionais à literatura que serviram

de base para as análises do modelo da SEM.

Riscos ambientais e sociais nas cadeias de fornecimento não fizeram parte do escopo de investigação, sendo considerados fatores limitantes deste estudo. Outra limitação está na amplitude da população utilizada no levantamento survey. Os resultados enfatizam o impacto da pressão das partes interessadas sobre as empresas e suas cadeias de suprimentos, como a dimensão qualidade e seus desdobramentos, por exemplo. No entanto, o estudo também encontrou evidências que apontam para o interesse próprio, em termos de gestão, assim como, uma motivação pessoal das empresas em avançar para a gestão sustentável da cadeia de suprimentos, reduzindo riscos específicos ou de gerenciamento complexo.

Uma sugestão-chave para pesquisas futuras é estender este estudo para outros segmentos, onde a maioria dos fornecedores e fábricas estejam localizados em diferentes áreas. Esta futura pesquisa deve (1) produzir uma visão interessante sobre as percepções de gestores nesses segmentos e (2) permitir a comparação com estudos realizados em diferentes realidades. Uma segunda extensão deste estudo abordaria diferentes setores industriais no segmento de bebidas. Isso também deve fornecer informações mais detalhadas e abrangentes sobre a influência da exposição ao risco.

Por fim, uma das omissões deliberadas deste estudo que também valeria a pena ser explorada é a interseção de riscos ambientais e sociais com riscos econômicos. Embora as evidências encontradas sejam importantes para o setor de bebidas, essa interseção em um estudo separado, se apresenta como promissora e aprofundaria os insights sobre o gerenciamento de riscos da cadeia de suprimentos. Em termos práticos, este estudo propicia aos gestores e profissionais atuantes no setor de

bebidas, uma importante ferramenta de planejamento e gestão, que pode ser empregada em diversos setores de uma organização, auxiliando a formulação de parâmetros de desempenho, com intuito de reduzir efeitos negativos nos resultados de toda cadeia de suprimentos.

Agradecimentos

Agradecemos ao Laboratório de Pesquisa Operacional Logística e Transportes (POLT), da Universidade Federal do Espírito (UFES) / Centro Universitário Norte do Espírito Santo (CEUNES), pelo apoio acadêmico e técnico na elaboração e desenvolvimento deste estudo.

À Fundação de Amparo a Pesquisa no Espírito Santo (FAPES) pelo apoio financeiro que, em seu legado, tem tornado possível a realização de projetos como este (Editais FAPES-CNPq nº 13/2018 - PICJr; FAPES nº 21/2018 - Universal e FAPES nº. 18/2018 - Bolsa de Pesquisador Capixaba).

A ProfaMárcia Inês Stefanello Fischborn, Mestre em Gestão Social, Educação e Desenvolvimento Regional, Pós Graduada em :Gestão e Organização Escolar/ Língua Portuguesa e Literatura Brasileira/ Psicopedagogia e Educação Especial, e Graduada em Letras - Inglês/Português, por sua colaboração na revisão ortográfica e gramatical deste trabalho, possibilitando o aprimoramento da qualidade textual e o amadurecimento científico dos autores.

Referências

Anand, N., & Grover, N. (2015). Measuring retail supply chain performance: Theoretical model using key performance indicators (KPIs). *Benchmarking: An International Journal*, 22(1), 135-166.

- Avelar-Sosa, L., García-Alcaraz, J. L., & Castrellón-Torres, J. P. (2014). The effects of some risk factors in the supply chains performance: a case of study. *Journal of applied research and technology*, 12(5), 958-968.
- Bagozzi, R. P., & Yi, Y. (2012). Specification, evaluation, and interpretation of structural equation models. *Journal of the academy of marketing science*, 40(1), 8-34.
- Bandaly, D., Satir, A., & Shanker, L. (2016). Impact of lead time variability in supply chain risk management. *International Journal of Production Economics*, 180, 88-100.
- Begen, M. A., Pun, H., & Yan, X. (2016). Supply and demand uncertainty reduction efforts and cost comparison. *International Journal of Production Economics*, 180, 125-134.
- Beske, P., Land, A., & Seuring, S. (2014). Sustainable supply chain management practices and dynamic capabilities in the food industry: A critical analysis of the literature. *International Journal of Production Economics*, 152, 131-143.
- Cannella, S., Bruccoleri, M., & Framinan, J. M. (2016). Closed-loop supply chains: What reverse logistics factors influence performance? *International Journal of Production Economics*, 175, 35-49.
- Cedillo-Campos, M., & Sánchez-Ramírez, C. (2013). Dynamic self-assessment of supply chains performance: an emerging market approach. *Journal of Applied Research and Technology*, 11(3), 338-347.
- Chakraborty, R., Ray, A., & Dan, P. (2013). Multi criteria decision making methods for location selection of distribution centers. *International Journal of Industrial Engineering Computations*, 4(4), 491-504.
- Chandio, F. H. (2011). *Studying acceptance of online banking information system: a structural equation model*. Tese de Doutorado, Universidade de Brunel, Londres, LND, Inglaterra.
- Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *psychometrika*, 16(3), 297-334.
- Dresch, A., & Miguel, P. A. C. (2015). Análise dos principais métodos de pesquisa empregados para a condução de estudos que abordam a inovação no Brasil. *GEINTEC - Gestão, Inovação e Tecnologias*, 5(4), 2480-2494.
- Fayez, S., Zutshi, A., & O'Loughlin, A. (2015). How Australian manufacturing firms perceive and understand the concepts of agility and flexibility in the supply chain. *International Journal of Operations & Production Management*, 35(2), 246-281.
- Fujita, M., & Hamaguchi, N. (2016). Supply chain internationalization in East Asia: Inclusiveness and risks. *Papers in Regional Science*, 95(1), 81-100.
- Gonçalves, W. (2016). *Integração de Técnicas de Análise Multivariada e Método Multicritério para Localização de Centros de Distribuição*. Tese de Doutorado, Universidade Metodista de Piracicaba, Santa Bárbara d'Oeste, SP, Brasil.
- Grabara, J., Kolcun, M., & Kot, S. (2014). The role of information systems in transport logistics. *International Journal of Education and Research*, 2(2), 1-8.
- Gu, W., & Wei, L. An (2015). Integrated Location Approach for FMCG Distribution Centers in China. *Journal of Information & Computational Science*, 12(15), 5753-5767.
- Güzel, D., & Erdal, H. (2015). A Comparative Assesment of Facility Location Problem via fuzzy TOPSIS and fuzzy VIKOR: A Case Study on Security Services. *International Journal of Business and Social Research*, 5(5), 49-61.
- Heckmann, I., Comes, T., & Nickel, S. (2015). A critical review on supply chain risk-Definition, measure and modeling. *Omega*, 52, 119-132.
- Heydari, J. (2014). Coordinating supplier's reorder point: A coordination mechanism for supply chains with long supplier lead time. *Computers & Operations Research*, 48, 89-101.
- Heydari, J., Mahmoodi, M., & Taleizadeh, A. A. (2016). Lead time aggregation: A three-echelon supply chain model. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 89, 215-233.
- Jöreskog, K. G., & Sörbom, D. (1982). Recent developments in structural equation modeling. *Journal of marketing research*, 19(4), 404-416.
- Kalson, A. (2014). *The effects of leader-member exchange and employee wellbeing towards employee turnover intention*. Tese de Doutorado. Escola de negócios Deakin, Universidade Deakin, Victoria, Austrália.
- Kumar, V., Verma, P., Sharma, K., & Khan, F. (2017). Conquering in emerging markets: critical success factors to enhance supply chain performance. *Benchmarking: An International Journal*, 24(3), 570-593.
- Kwak, D. W., Rodrigues, V. S., Mason, R., Pettit, S., & Beresford, A. (2018). Risk interaction identification in international supply chain logistics: Developing a holistic model. *International Journal of Operations & Production Management*, 38(2), 372-389.
- Lee, H. L., & Whang, S. (2005). Higher supply chain security with lower cost: Lessons from total quality management. *International Journal of production economics*, 96(3), 289-300.

- Lee, M. S., Rha, J., Choi, D., & Noh, Y. (2013). Pressures affecting green supply chain performance. *Management Decision*, 51(8), 1753-1768.
- Leończuk, D. (2016). Categories of Supply Chain Performance Indicators: an Overview of Approaches. *Business, Management and Education*, 14(1), 103-115.
- Mentzer, J. T., DeWitt, W., Keebler, J. S., Min, S., Nix, N. W., Smith, C. D., & Zacharia, Z. G. (2001). Defining supply chain management. *Journal of Business Logistics*, 22(2), 1-25.
- Miguel, P. A. C. (Org.), Fleury, A., Mello, C. H. P., Nakano, D. N., Lima, E. P., Turrioni, J. B., Ho, L. L., Morabito Neto, R., Martins, R. A., Sousa, R., Costa, S. E. G., Pureza, V. M. M. (2012). *Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações*. 2ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier.
- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Pesquisa de Dados de produção de cerveja. 2016. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/pasta-publicacoes-DIPOV/a-cerveja-no-brasil-28-08.pdf>>. Acesso em: 13 dez. 2017.
- Mishra, D., Sharma, R. R. K., Kumar, S., & Dubey, R. (2016). Bridging and buffering: Strategies for mitigating supply risk and improving supply chain performance. *International Journal of Production Economics*, 180, 183-197.
- Mital, M., Del Giudice, M., & Papa, A. (2017). Comparing supply chain risks for multiple product categories with cognitive mapping and Analytic Hierarchy Process. *Technological Forecasting and Social Change*, 119, 128-139.
- Nakandala, D., Lau, H., & Zhang, J. (2016). Cost-optimization modelling for fresh food quality and transportation. *Industrial Management & Data Systems*, 116(3), 564-583.
- Nooraie, S. V., & Parast, M. M. (2016). Mitigating supply chain disruptions through the assessment of trade-offs among risks, costs and investments in capabilities. *International Journal of Production Economics*, 171, 8-21.
- Omar, W. W. (2013). Transformational leadership style and job satisfaction relationship: A study of structural equation modeling (SEM). *International journal of academic research in business and social sciences*, 3(2), 346-365.
- Park, K., Min, H., & Min, S. (2016). Inter-relationship among risk taking propensity, supply chain security practices, and supply chain disruption occurrence. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 22(2), 120-130.
- Ramanathan, U., & Gunasekaran, A. (2014). Supply chain collaboration: Impact of success in long-term partnerships. *International Journal of Production Economics*, 147, 252-259.
- Ramish, A., & Aslam, H. (2016). Measuring supply chain knowledge management (SCKM) performance based on double/triple loop learning principle. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 65(5), 704-722.
- Revilla, E., & Saenz, M. J. (2017). The impact of risk management on the frequency of supply chain disruptions: a configurational approach. *International Journal of Operations & Production Management*, 37(5), 557-576.
- Rodrigues, E. F., Pizzolato, N. D., Andrade Botelho, G., & Souza, R. O. (2014). A Economicidade dos Centros de Distribuição: O Caso do Varejo. *Sistemas & Gestão*, 9(4), 518-526.
- Roehrich, J. K., Grosvold, J., & U. Hoejmoose, S. (2014). Reputational risks and sustainable supply chain management: Decision making under bounded rationality. *International Journal of Operations & Production Management*, 34(5), 695-719.
- Saaty, T. L. (1977). A scaling method for priorities in hierarchical structures. *Journal of mathematical psychology*, 15(3), 234-281.
- Sadeghi, A. (2015). Providing a measure for bullwhip effect in a two-product supply chain with exponential smoothing forecasts. *International Journal of Production Economics*, 169, 44-54.
- Sindhuja, P. N. (2014). Impact of information security initiatives on supply chain performance. *Information Management & Computer Security*, 22(5), 450-473.
- Soliman, A., Bellaj, T., & Khelifa, M. (2016). An integrative psychological model for radicalism: Evidence from structural equation modeling. *Personality and Individual Differences*, 95, 127-133.
- Torres, F. E., Teodoro, P. E., Ribeiro, L. P., Correa, C. G., Hernandez, F. B., Fernandes, R. L., Gomes, A.C., & Lopes, K. V. (2015). Correlations and path analysis on oil content of castor genotypes. *Bioscience Journal*, 31(5), 1363-1369.
- Tripathy, S., Aich, S., Chakraborty, A., & Lee, G. M. (2016). Information technology is an enabling factor affecting supply chain performance in Indian SMEs: A structural equation modelling approach. *Journal of Modelling in Management*, 11(1), 269-287.
- Um, J., Lyons, A., Lam, H. K., Cheng, T. C. E., & Dominguez-Pery, C. (2017). Product variety management and supply chain performance: A capability perspective on their relationships and competitiveness implications. *International Journal of Production Economics*, 187, 15-26.

Wieland, A., & Marcus Wallenburg, C. (2013). The influence of relational competencies on supply chain resilience: a relational view. *International*

Journal of Physical Distribution & Logistics Management, 43(4), 300-320.

Recebido em: 21 maio 2018 / Aprovado em: 11 out. 2018

Para referenciar este texto

Silva, T. C. R. da, Freitas, R. R. de., & Gonçalves, W. (2019). Modelagem de equações estruturais para avaliação de fatores de risco no gerenciamento da cadeia de suprimentos. *Exacta*, 17(4), 211-237. <https://doi.org/10.5585/Exacta.v17n4.8698>.