

UNIVERSIDADE PAULISTA – UNIP

ROBERTO BERNARDES JUNIOR

**INTENÇÃO DE ADOÇÃO DO *BLOCKCHAIN* E
RESILIÊNCIA EM CADEIAS DE SUPRIMENTOS**

SÃO PAULO

2024

ROBERTO BERNARDES JUNIOR

**INTENÇÃO DE ADOÇÃO DO *BLOCKCHAIN* E
RESILIÊNCIA EM CADEIAS DE SUPRIMENTOS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Paulista – UNIP, para obtenção do título de Doutor em Administração.

Orientador: Prof. Dr. Renato Telles

SÃO PAULO

2024

Bernardes Junior, Roberto.

Intenção de adoção do *blockchain* e resiliência em cadeias de suprimentos / Roberto Bernardes Junior. -2024.

187 f.: il. color.

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Paulista, São Paulo, 2024.

Área de concentração: Redes Organizacionais.

Orientador: Prof. Dr. Renato Telles.

1. Redes de negócios. 2. Resiliência. 3. Cadeias de suprimentos. 4. *Blockchain*. 5. Intenção de adoção da tecnologia *blockchain*.

I. Telles, Renato (orientador). II. Título.

ROBERTO BERNARDES JUNIOR

**INTENÇÃO DE ADOÇÃO DO *BLOCKCHAIN* E
RESILIÊNCIA EM CADEIAS DE SUPRIMENTOS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Paulista – UNIP, para obtenção do título de Doutor em Administração.

Aprovado em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Renato Telles
Universidade Paulista - UNIP

Prof. Dr. Marcio Cardoso Machado
Universidade Paulista - UNIP

Prof. Dr. Celso Machado Júnior
Universidade Municipal de São Caetano do Sul– USCS

Prof. Dr. Pedro Lucas de Resende Melo
Universidade Paulista - UNIP

Prof. Dr. Milton Carlos Farina
Universidade Nove de Julho - UNINOVE

Dedico este trabalho à minha família, por
representar tudo para mim e pela qual luto todos
os dias.

AGRADECIMENTOS

Agradeço muito a todos os professores do programa da UNIP, pela ótima oportunidade que me deram para me desenvolver, sempre com paciência e dedicação. Cada um no seu jeito colaborou muito para a realização deste sonho, em especial ao meu orientador, Professor Dr. Renato Telles, o qual considero muito mais que professor: uma pessoa em que pude contar e confiar. Um amigo que me ensinou muito.

A vitória pertence ao mais perseverante.

Napoleão Bonaparte

RESUMO

Os avanços tecnológicos decorrentes das atuais transformações sociais e econômicas revelam um cenário de mercado cada vez mais competitivo e globalizado. Dentro deste novo paradigma, observa-se uma fragmentação crescente das cadeias de suprimentos, que oferecem maior valor a seus atores, mas também aumentam a complexidade e a interdependência entre eles, ampliando os riscos de interrupções. Simultaneamente, o avanço de tecnologias disruptivas, como Big Data Analytics, Sistemas Ciberfísicos e Blockchain, fornece novas competências para a gestão de processos. Neste contexto, adotou-se como problema de pesquisa a compreensão de executivos sobre a relação entre a resiliência das cadeias de suprimentos e a tecnologia Blockchain como antecedente da intenção de adoção dessa tecnologia. O objetivo geral deste estudo é investigar o impacto da percepção desses atores sobre a relação da tecnologia Blockchain como potencializadora da resiliência das cadeias de suprimentos e a intenção de adoção dessa tecnologia. A pesquisa descritiva e quantitativa, realizada com gestores que atuam em cadeias de suprimentos, sugere que os construtos proatividade e reatividade, associados à compreensão da relação Blockchain-resiliência, constituem antecedentes significantes da intenção de adoção da tecnologia Blockchain em cadeias de suprimentos, enquanto o design das cadeias impacta indiretamente essa intenção por meio da proatividade. Contribuições teóricas e gerenciais são apresentadas para apoiar gestores na adoção do Blockchain, especialmente em ambientes competitivos. Entre as limitações, destacam-se o foco geográfico e o método quantitativo, o que indica a necessidade de estudos futuros que aprofundem qualitativamente a influência do design e as barreiras contextuais, com potencial para transformar a eficiência e a resiliência das cadeias de suprimentos a longo prazo.

Palavras-chave: Redes de negócios. Resiliência. Cadeias de Suprimentos. *Blockchain*. Intenção de adoção da tecnologia *blockchain*

ABSTRACT

Technological advancements resulting from current social and economic transformations reveal an increasingly competitive and globalized market scenario. Within this new paradigm, a growing fragmentation of supply chains is observed, which offers increased value to their actors but also heightens complexity and interdependence among them, amplifying the risks of disruptions. Simultaneously, the advancement of disruptive technologies such as Big Data Analytics, Cyber-Physical Systems, and Blockchain provides new capabilities for process management. Thus, the research problem adopted is understanding executives' perceptions of the relationship between supply chain resilience and blockchain technology as an antecedent of the intention to adopt this technology. In this sense, the overall objective of this study is to investigate the impact of these actors' understanding of blockchain technology as a potential enhancer of supply chain resilience and the intention to adopt this technology. Descriptive and quantitative research conducted with managers operating in supply chains suggests that the constructs of proactivity and reactivity, associated with understanding the blockchain-resilience relationship, constitute significant antecedents of the intention to adopt blockchain technology in supply chains. Additionally, the design of the chains indirectly impacts this intention through proactivity. Theoretical and managerial contributions are presented to support managers in adopting blockchain, especially in competitive environments. Among the limitations, the geographical focus and quantitative method stand out, indicating the need for future studies to qualitatively explore the influence of design and contextual barriers, with the potential to transform the efficiency and resilience of supply chains in the long term.

Keywords: Business Networks. Resilience. Supply Chains. Blockchain. Intention to adopt blockchain technology.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Gerenciamento da cadeia de suprimento	21
Figura 2 - Dinâmica de cadeia de suprimento: escopo, função e instituições	22
Figura 3 - Evolução de estudos sobre gestão de risco em CS e SCRE.....	28
Figura 4 - Zona de resiliência da cadeia de suprimentos.....	30
Figura 5 - Gestão de risco, flexibilidade organizacional e resiliência em SCRS	38
Figura 6 - Processo de SCRE, antes, durante e após distúrbio.....	39
Figura 7 - Estrutura de digitalização da gestão de risco de SC	41
Figura 8 - Perspectiva esquemática da estrutura do BC	49
Figura 9 - Contratos inteligentes na SC (perspectiva esquemática)	51
Figura 10 - <i>Blockchain</i> privado x <i>blockchain</i> público.....	52
Figura 11 - Modelo UTAUT.....	60
Figura 12 - Modelo estrutural	73
Figura 13 - <i>Framework</i> desenvolvido.....	75
Figura 14 - Pergunta feita sobre a utilização da tecnologia BC em suas CS.....	80
Figura 15 - Modelo estrutural após a remoção de algumas métricas	82
Figura 16 - Modelo estrutural	83
Figura 17 - Histograma da idade feita com o uso do IBM SPSS	128
Figura 18 - Histograma da EXP feita com o uso do IBM SPSS.....	130
Figura 19 - Histograma da RCS feita com o uso do IBM SPSS.....	132
Figura 20 - Histograma da RTEC feita com o uso do IBM SPSS.....	133
Figura 21 - Histograma da UC1 feita com o uso do IBM SPSS.....	136
Figura 22 - Histograma da UC2 feita com o uso do IBM SPSS.....	137
Figura 23 - Histograma da UC3 feita com o uso do IBM SPSS.....	138
Figura 24 - Histograma da UE1 feita com o uso do IBM SPSS.....	140
Figura 25 - Histograma da UE2 feita com o uso do IBM SPSS.....	141
Figura 26 - Histograma da UE3 feita com o uso do IBM SPSS.....	142
Figura 27 - Histograma da UI1 feita com o uso do IBM SPSS.....	143
Figura 28 - Histograma da UI2 feita com o uso do IBM SPSS.....	144
Figura 29 - Histograma da UI3 feita com o uso do IBM SPSS.....	145
Figura 30 - Histograma da AQ1 feita com o uso do IBM SPSS	147
Figura 31 - Histograma da AQ2 feita com o uso do IBM SPSS	148
Figura 32 - Histograma da AQ3 feita com o uso do IBM SPSS	148

Figura 33 - Histograma da AR1 feita com o uso do IBM SPSS.....	150
Figura 34 - Histograma da AR2 feita com o uso do IBM SPSS.....	150
Figura 35 - Histograma da AR3 feita com o uso do IBM SPSS.....	151
Figura 36 - Histograma da AP1 feita com o uso do IBM SPSS	152
Figura 37 - Histograma da AP2 feita com o uso do IBM SPSS	152
Figura 38 - Histograma da AP3 feita com o uso do IBM SPSS	153
Figura 39 - Histograma da UF1 feita com o uso do IBM SPSS	155
Figura 40 - Histograma da UF2 feita com o uso do IBM SPSS	155
Figura 41 - Histograma da UF3 feita com o uso do IBM SPSS	156

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Fundamentos da Performance Competitiva de Redes	25
Quadro 2 - Eficiência x Eficácia.....	30
Quadro 3 - Comparativo entre gestão de risco fora e dentro da SCORE	33
Quadro 4 - Matriz de risco 5x5.....	34
Quadro 5 - Fatores de Vulnerabilidade.....	36
Quadro 6 - Capacidades do SCORE.....	37
Quadro 7 - Classificação e direcionadores de risco na cadeia de suprimentos.....	40
Quadro 8 - Métricas e construtos.....	45
Quadro 9 - Métricas e construtos.....	62
Quadro 10 - Hipóteses e referências	72
Quadro 11 - Métricas e construtos da pesquisa	74

LISTA DE SIGLAS

BC	<i>Blockchain</i>
CS	Cadeia de suprimentos
DCV	Teoria das Capacidades Dinâmicas
PoW	<i>Proof-of-Works</i>
PoS	<i>Proof-of-Stake</i>
RCRR	Gestão de risco na cadeia de suprimento
RCS	Risco na cadeia de suprimento
SCRE	Resiliência na cadeia de suprimento
SCM	Gerenciamento da cadeia de suprimento
UTAUT	Modelo Unificado de Aceitação e Uso de Tecnologia
WoS	<i>Web of Science</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 Problema e questão de pesquisa	15
1.2 Objetivos.....	16
1.3 Justificativa.....	17
1.4 Estrutura do trabalho	19
2 REFERENCIAL TEÓRICO	20
2.1 Cadeias de suprimentos: conceitos e evolução.....	20
2.1.1 Redes de negócios e cadeias de suprimentos	24
2.2 Resiliência em cadeias de suprimentos	27
2.2.1 Zona de resiliência da cadeia de suprimento	29
2.2.2 Risco da cadeia de suprimento	31
2.2.3 Capacidade de reação a distúrbios.....	35
2.2.4 Avaliação da resiliência das cadeias de suprimento	43
2.3 Tecnologia <i>Blockchain</i>	47
2.3.1 História do <i>blockchain</i>	53
2.3.2 Tecnologia <i>blockchain</i> : potencializadores e barreiras de adoção.....	56
2.3.3 Intenção de adoção da tecnologia <i>blockchain</i>	58
2.3.4 Avaliação da intenção de adoção de tecnologia <i>blockchain</i>	62
2.4 Confiança na tecnologia <i>blockchain</i> e SCRE	65
2.4.1 Formulação de hipóteses e modelo conceitual	66
3 METODOLOGIA.....	76
3.1 Caracterização da pesquisa.....	76
3.2 Operacionalização da pesquisa.....	76
3.3 População e amostra	77
3.3.1 Cálculo da amostra	78
3.4 Análise dos Dados	78

4 ANÁLISE DE DADOS E APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS	80
4.1 Caracterização da amostra	80
4.2 Revisão do modelo estrutural	81
4.3 Apresentação do modelo validado.....	83
4.3 Teste de hipóteses	83
5 DISCUSSÃO	86
Análise e discussão das hipóteses.....	88
6 CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS	94
REFERÊNCIAS	97
APÊNDICE A – INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS	125
APÊNDICE B – ANÁLISE DESCRITIVA DOS DADOS	128
APÊNDICE C – ANÁLISE DESCRITIVA DAS RESPOSTAS	135
APÊNDICE D – ESTRATÉGIA DE ANÁLISE DE DADOS	157
APÊNDICE E – AJUSTE DO MODELO	161
APÊNDICE F – ANÁLISE CRÍTICA DO MODELO	168
APÊNDICE G – ANÁLISE CRÍTICA DE MÉTRICAS DOS CONSTRUTOS	179

1 INTRODUÇÃO

As cadeias de suprimentos atuais enfrentam profundas mudanças motivadas por avanços tecnológicos, maior globalização e busca pela redução de custos (Ponomarov; Holcomb, 2009; Hosseini; Barker, 2016; Ivanov, 2022b). Estas transformações ampliam a complexidade e fragmentação das redes logísticas, exigindo maior integração entre os diversos elos para manter a competitividade empresarial (Lambert; Cooper, 2000; Hosseini; Ivanov; Dolgui, 2019a; Lohmer; Bugert; Lasch, 2020).

No atual contexto de globalização e intensificação da concorrência, a Gestão da Cadeia de Suprimentos (*Supply Chain Management* - SCM) é um diferencial competitivo nas Cadeias de Suprimentos (CS), haja vista a elevação da capacidade de entrega do valor ao cliente. Pesquisadores como Mota (2018) e Sá *et al.* (2019) identificaram a minimização de custos operacionais e o aumento de valor ao cliente com a SCM, o que torna este um componente crítico que excede a esfera do planejamento, englobando também a coordenação e o controle dos processos da produção até a entrega ao consumidor final. Estudos de Jüttner e Maklan (2011), Chowdhury e Quaddus (2016), Ivanov, Dolgui e Sokolov (2019a), Kamalahmadi e Parast (2016) e Ivanov e Dolgui (2019a) revelam que a eficiência e a eficácia sistêmicas das CS são indispensáveis para o desenvolvimento contínuo e a manutenção da viabilidade do desempenho organizacional.

Com o cenário cada vez mais complexo em virtude do maior nível de fragmentação das CS, emerge a necessidade de elevada integração entre os seus participantes e diversos fluxos no que se refere ao compartilhamento de informações e colaboração em prol de objetivos em comum, o que permite atender as atuais demandas do mercado, reduzir custos, melhorar qualidade dos produtos e serviços e maximizar a satisfação dos clientes (Lambert; Cooper, 2000; Lambert; Enz, 2017). Este aumento da relevância da necessidade de integração e de colaboração na CS levou alguns autores a adotarem o termo *supply networks* (redes de suprimentos) ao invés de CS para enfatizar a natureza complexa e interconectada das operações (Mota, 2018; Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019a).

A maior integração e interdependência entre os elos das CS reflete em aumento da suscetibilidade aos distúrbios e interrupções, como: pandemias, guerras e crises econômicas, que podem acarretar impactos negativos ao negócio com reflexos profundos nos resultados e até mesmo na sobrevivência dessas CS (Ivanov; Sokolov; Dolgui, 2014; Pulatjonov, 2021; Duong *et al.*, 2023; Inman; Green, 2023). Diante de tais adversidades, a Resiliência na Cadeia de Suprimento (SCRE) vem sendo cada vez mais essencial para as CS, visto seu foco em

garantir a continuidade das operações e a capacidade de adaptação a situações imprevistas (Rice; Caniato, 2003; Klibi; Martel; Guitouni, 2010; Vecchi; Valisi, 2019).

Diante dos desafios econômicos e sociais apresentados, a tecnologia *blockchain* está sendo estudada dentro da literatura como umas das possíveis e principais soluções voltadas a mitigação de riscos e enfrentamento de desafios pelas CS (Ivanov *et al.*, 2019b; Chowdhury *et al.*, 2022; Razak; Hendry; Stevenson, 2021). A implementação da tecnologia *blockchain* oferece capacidade de compartilhamento de registros e informações de forma descentralizada, com segurança, transparência e capacidade de rastreamento (Dolgui; Ivanov, 2020; Etemadi *et al.*, 2021; Chowdhury *et al.*, 2022).

Rastreamento de informações, histórico imutável, mecanismos de autenticação e validação de dados conferem à tecnologia *blockchain* a capacidade de redução de burocracia, número de intermediários, eliminação de ruído na comunicação e intervenção humana, diminuindo probabilidade de erros. (Dolgui; Ivanov, 2020; Dubey *et al.*, 2020; Ivanov; Dolgui, 2019c; Rejeb *et al.*, 2022a; 2022b). Assim, essa tecnologia tem se constituído como um dos principais focos de pesquisa no aperfeiçoamento de CS (Barbosa, 2021; Nandi *et al.*, 2021; Hervani *et al.*, 2022).

Neste cenário, a importância da adoção do *blockchain* nas CS é cada vez mais considerada a ponto de ser aparentemente natural nas diversas regiões do globo (Althobaiti, 2020; Tsolakis *et al.*, 2021; Sengupta *et al.*, 2022). Os estudos convergem para a perspectiva de que essa tecnologia não apenas oferece soluções efetivas no aumento da eficácia e eficiência do fluxo de informações, como também sugere robustamente a importância da análise da adoção do *blockchain* como condição relevante na expansão da SCRE (Dolgui; Ivanov, 2020; Dubey *et al.*, 2020; Rejeb *et al.*, 2022a; 2022b).

1.1 Problema e questão de pesquisa

A SCM alcançou avanços, mas ainda precisa superar desafios relevantes em resiliência e sustentabilidade, visto que a complexidade das operações globais amplifica tais obstáculos (Ivanov; Dolgui, 2019a; Moraes *et al.*, 2022; Duong *et al.*, 2023). A fragmentação das CS, objetiva ganhos em eficiência e valor ao consumidor. Por outro lado, abre brechas para rupturas sistêmicas e maiores impactos de eventos adversos (Sharma *et al.*, 2022; Shekhar; Das, 2023).

A vulnerabilidade das cadeias globais de suprimentos fica evidente diante de eventos desestabilizadores, que vão desde pandemias e guerras até crises financeiras, desastres naturais e efeitos das mudanças climáticas. Estes choques externos repercutem profundamente na operação destas redes complexas (Sharma *et al.*, 2022; Shukla; KC, 2023). Ainda que não se

restringam às ocorrências citadas, suas consequências demonstram o quão frágeis se tornaram os fluxos integrados de produção e distribuição pelo mundo (Adobor, 2020; Ivanov, 2022b). Qualquer ruptura pontual tem o potencial de provocar quebras nas CS, cujos estragos ignoram limites organizacionais e geopolíticos (Dubey *et al.*, 2019; Nitsche *et al.*, 2023).

A SCRE é essencial para a sobrevivência e competitividade das organizações, pois atende a necessidade de agilidade na resposta a diferentes contratempos e imprevistos (Pulatjonov, 2021; Taboada *et al.*, 2021; Moraes *et al.*, 2022). Neste sentido, em contextos voláteis e incertos, ainda existem lacunas sobre como fortalecer e desenvolver tal resiliência para as CS (Snyder, 2019; Starkey, 2020), embora a literatura explore cada vez mais o potencial da tecnologia BC para aumentar a SCRE, por meio de ganhos na robustez, minimização de riscos, capacidade de adaptação e competitividade das CS. Os registros descentralizados e imutáveis são atributos para os quais ainda não há uma posição consolidada sobre sua efetividade (Pulatjonov, 2021; Taboada *et al.*, 2021; Moraes *et al.*, 2022).

A implementação dentro de cada CS demanda uma avaliação criteriosa, principalmente no que tange à praticidade, custo-benefício, capacidade de expansão e sinergia com sistemas em operação (Lim *et al.*, 2020; Oztemel; Gursev, 2020; Pournader *et al.*, 2020; Ivanov, 2022b). Neste sentido, a intenção de adoção da tecnologia BC em virtude do potencial aumento da SCRE demanda ou oferece importantes espaços para investigação e avanço do conhecimento. Assim, esta pesquisa focaliza a relação entre a compreensão de ganho de resiliência em cadeias de suprimento com a utilização de *blockchain* e a intenção de adoção dessa tecnologia. Neste sentido, adotou-se a seguinte questão de pesquisa: a compreensão da relação entre resiliência de cadeias de suprimentos e *blockchain* influencia a intenção de adoção desta tecnologia?

1.2 Objetivos

O objetivo geral deste estudo é investigar a presença da relação entre a compreensão da tecnologia *blockchain* como potencializadora da resiliência de cadeias de suprimentos e a intenção de adoção desta tecnologia. Neste sentido, foram adotados os seguintes objetivos específicos, entendidos como produtos desenvolvidos na consecução desse estudo:

- (1) Levantamento das perspectivas teóricas relacionadas a resiliência em cadeias de suprimentos e intenção de adoção do *blockchain*, focalizando a relação entre ambos os construtos.
- (2) Inventário e seleção de escalas e práticas existentes na literatura para a mensuração da resiliência em cadeias de suprimentos e intenção de adoção da tecnologia *blockchain*.

- (3) Concepção de *framework* dedicado à proposição de uma modelagem da relação entre a compreensão da resiliência em cadeias de suprimentos e intenção de adoção da tecnologia *blockchain*, avaliando-se sua funcionalidade.

1.3 Justificativa

Dentro do novo cenário marcado pela elevação da complexidade das CS, principalmente no atendimento à demanda de redução de custo e aumento do valor ao cliente, impõem-se novos e diferentes desafios às empresas, principalmente em sua capacidade de SCRE (Ratick; Meacham; Aoyama, 2008; Chowdhury; Quaddus, 2016; Ivanov *et al.*, 2017). Tais fatores são acentuados pelos acontecimentos adversos em diferentes localidades, visto que, em contextos globalizados, deixam de impactar localmente, mas globalmente, evidenciando, assim, a vulnerabilidade do modelo fragmentado e global das CS, o que reforça a importância da capacidade de respostas a essas adversidades (Sreedevi; Saranga, 2017; Hosseini *et al.*, 2019; Ivanov, 2022a).

A adoção da tecnologia BC tem potencial de reforçar a SCRE devido a suas características de descentralização dos dados, segurança, transparência e imutabilidade das informações (Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019b; Nandi *et al.*, 2020; Etemadi *et al.*, 2021; Rejeb *et al.*, 2022a; 2022b). Tais características eliminam a necessidade de autoridade central, aumentam a resiliência da rede a falhas e, principalmente, a ataques cibernéticos, haja vista que não existe um foco ou servidor para esses ataques, ao mesmo tempo em que garante a rastreabilidade do fluxo de materiais de forma fidedigna sem a interferências (Min, 2019; Charles; Emrouznejad; Gherman, 2023; Gupta *et al.*, 2023).

O mecanismo de consenso nas transações feitas por meio da tecnologia BC e o uso de criptografia trazem para a CS: segurança, confiabilidade e redução de ruídos na comunicação, aumentando, por sua vez, a colaboração entre as partes da rede (Etemadi *et al.*, 2021; Nandi *et al.*, 2020; Dubey *et al.*, 2020). Nesse sentido, a tecnologia pode ser implementada em diversas soluções dentro da CS, visando ao aumento da SCRE em:

- (1) Rastreabilidade de produtos: rastrear a origem e o destino de produtos perecíveis, como alimentos e medicamentos entre outros, garantindo a segurança, qualidade e confiabilidade dos produtos (Cui; Idota, 2018; Tsolakis *et al.*, 2021).
- (2) Gerenciamento de estoque: monitorar o estoque em tempo real e otimizar a gestão da CS (Huang; Wu; Long, 2018; Nandi *et al.*, 2020).
- (3) Rastreamento de remessas: rastrear o movimento de remessas em tempo real, melhorando a segurança e a eficiência da logística (Etemadi *et al.*, 2021; Hervani *et al.*, 2022);

(4) Gerenciamento de contratos: armazenar contratos inteligentes no *blockchain*, resultando em segurança e a execução automática dos contratos (Charles; Emrouznejad; Gherman, 2023; Gupta *et al.*, 2023).

Porém, a adoção do BC nas CS enfrenta desafios, principalmente no que tange à carência de padronização entre as tecnologias, necessidade de altos investimentos em infraestrutura, resistência à mudança e falta de conhecimento e capacitações que permitam sua operacionalização (Kouhizadeh; Sarkis; Zhu, 2019; Nandi *et al.*, 2021; Chowdhury *et al.*, 2022). Outro fator a ser ponderado é em relação ao funcionamento da tecnologia BC, sendo muitas vezes ineficiente com alto consumo energético à medida em que ocorre o encadeamento dos blocos, tornando-os mais robustos, e inflexibilidade dos contratos, visto a característica imutável dos dados, em que mudanças necessárias, alterações e correções de erros não são permitidas, sendo essas as barreiras existentes na sua implementação (Azmi *et al.*, 2022; Collart; Canales, 2022; Kazancoglu *et al.*, 2023).

Além disso, há outros desafios para a adoção da tecnologia *blockchain* na CS, como a falta de padronização tecnológica, a necessidade de investimentos em infraestrutura e a resistência à mudança por parte das empresas (Ivanov; Dolgui, 2019a; Khalid *et al.*, 2021; Li *et al.*, 2022). Apesar desses desafios, a tecnologia *blockchain* tem um grande potencial para aumentar a SCRE e tornar as CS mais segura e resiliente (Razak; Hendry; Stevenson, 2021; Rejeb *et al.*, 2022a; 2022b; Kazancoglu *et al.*, 2023).

Assim, existe a necessidade de análise e ponderação de diferentes fatores para a adoção da tecnologia *blockchain* na CS que levem não apenas o potencial de ganho em termos de SCRE e eficiência, mas a visão global envolvendo os riscos e, principalmente, desafios (Zheng *et al.*, 2017; Collart; Canales, 2022). Sendo assim, a adoção da tecnologia, em outras palavras, é uma jornada que exige uma análise criteriosa, em que o equilíbrio entre benefícios e desafios seja constantemente avaliado para garantir uma implementação bem-sucedida e eficaz (Kumari; Sarkar; Singh, 2023; Raza; Haq; Muneeb, 2023).

A implementação do *blockchain* nas cadeias de suprimentos vai além de decisões técnicas, envolvendo dimensões estratégicas e sociais, expondo benefícios e desafios, o que eleva a complexidade das ações necessárias (Ivanov *et al.*, 2019c; Nandi *et al.*, 2021; Razak; Hendry; Stevenson, 2021). Sendo assim, a originalidade acadêmica está na investigação de lacunas ainda não exploradas exhaustivamente na literatura, oferecendo avanço relevante no conhecimento teórico e gerencial, com soluções sustentáveis e competitividade.

1.4 Estrutura do trabalho

O estudo é apresentado em capítulos encadeados, iniciando com a Introdução, contextualizando o trabalho com a definição do problema e da questão de pesquisa, sua relevância acadêmica e gerencial. O Referencial Teórico inventaria o estado da arte de concepções teóricas e construtos relacionados a cadeias de suprimentos e resiliência em cadeias de suprimentos, explorando modelos sobre resiliência em cadeias de suprimentos e adoção da tecnologia *blockchain* nessas redes de negócios. O capítulo Metodologia apresenta decisões sobre o percurso metodológico de investigação, compreendendo desenho da pesquisa, estratégias para coleta e análise de dados, assegurando a replicabilidade do estudo.

A seção de Análise de Resultados processa os dados coletados à Discussão e coteja a pesquisa empírica com a teoria existente, destacando as contribuições do estudo ao campo de conhecimento. Finalmente, a Conclusão sintetiza a correspondência entre os objetivos propostos e os achados da pesquisa, abordando também as limitações enfrentadas, os progressos realizados e recomendações para futuros trabalhos acadêmicos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A eficiência da SCM torna-se cada vez mais essencial para as organizações inseridas no cenário atual (Huang; Han; Macbeth, 2020; Sharma *et al.*, 2022; Shekhar; Das, 2023). Assim, no presente capítulo, serão abordados conceitos fundamentais e tendências relacionadas à SCM, SCRE e tecnologia *blockchain*, fornecendo uma visão compreensiva e estratégica na gestão da CS, como também sobre a compreensão da SCRE, sua importância, implementação e impacto da tecnologia *blockchain* nesses arranjos.

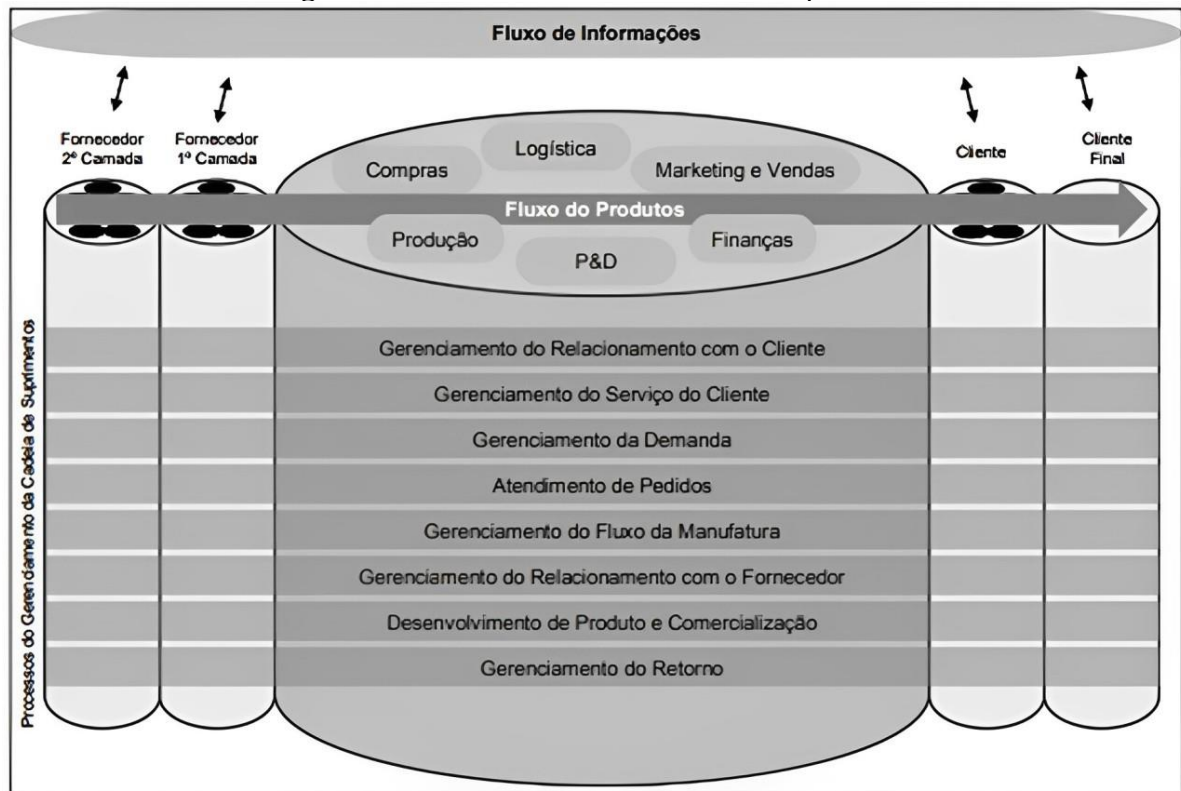
2.1 Cadeias de suprimentos: conceitos e evolução

Abrangendo uma visão holística e estratégica sobre toda a CS, desde a obtenção de matéria-prima, passando pela fabricação, distribuição, entre outros, até chegar ao consumidor final, a SCM, do inglês *Supply Chain Management*, ou Gestão de Cadeias de Suprimentos, transcende a visão tradicional logística, pois representa um conjunto integrado de ações e processos (Lambert; Cooper, 2000; Lambert; Enz, 2017; Inman; Green, 2023). Assim, a SCM tem como foco a gestão de todos os elos de uma CS, objetivando a otimização, eficiência e o aumento da satisfação do cliente, o que permite alcançar vantagens competitivas no mercado (Dolgui; Ivanov, 2020; Duong *et al.*, 2023).

A evolução histórica da gestão da cadeia de suprimentos pode ser elucidada por meio do proeminente gráfico de Lambert-Cooper, na Figura 1, que mostra, de forma holística, a integração gradual dos principais processos de negócios entre os elos da CS, permitindo entrever como suas atividades estão intrinsecamente inter-relacionadas, impactando, em conjunto, o desempenho geral. Esta visão permite compreender de forma clara a interrelação entre processos e negócios de maneira interdependente, em que cada parte tem influência no resultado global da CS, o que aumenta a relevância da colaboração de seus participantes.

De acordo com a literatura acadêmica, a definição formal de cadeia de suprimentos é o conjunto de atividades e processos interligados, que envolve a movimentação e o armazenamento de materiais, desde a origem até o consumidor final. Esta definição também enfatiza a importância da colaboração entre os diferentes elos da cadeia, incluindo fornecedores, fabricantes, distribuidores, varejistas e clientes (Lambert; Cooper, 2000; Rajesh; Ravi, 2015b; Alves Ferreira, 2017).

Figura 1 - Gerenciamento da cadeia de suprimento



Fonte: Bornia e Lorandi (2011, p. 102).

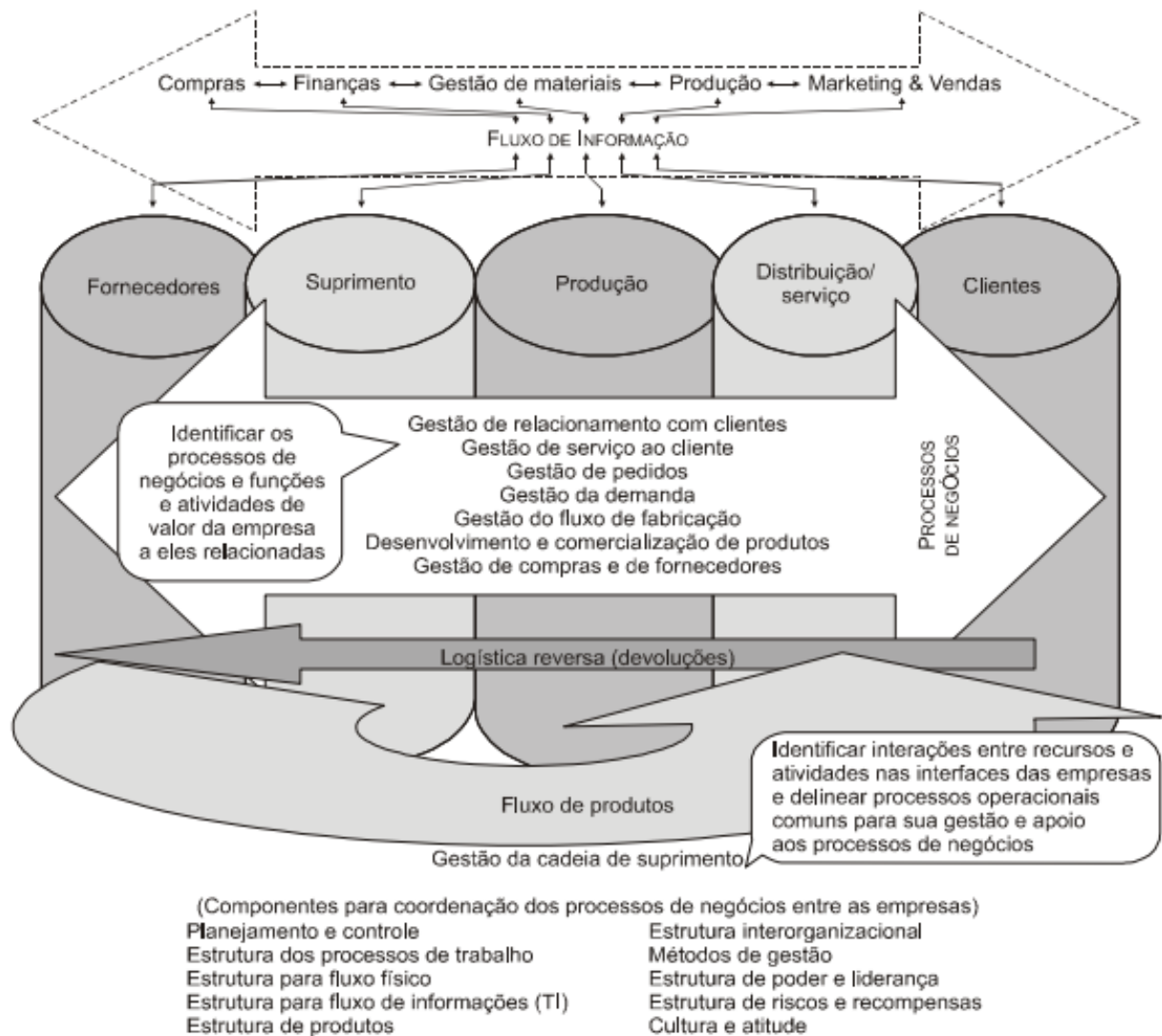
Ao longo do tempo, a SCM ganhou importância estratégica nas organizações, indo além das simples operações e relacionamentos entre empresas, englobando aspectos de planejamento e estratégia corporativa, tornando-se vital para a sobrevivência e competitividade das companhias atualmente (Lambert; Cooper, 2000; Rajesh; Ravi, 2015b; Alves Ferreira, 2017). O desenvolvimento da literatura tem destacado cada vez mais o papel crucial que a SCM exerce hoje em dia e seu profundo impacto na competitividade da empresa (Moreira, 2013; Cardoso, 2016; Ivanov *et al.*, 2017; Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019b).

O mapeamento do grau de maturidade das CS, classificando-as em níveis que demonstram sua evolução, ajuda a entender em que estágio de cooperação se encontram as empresas participantes (Serdarasan; Tanyas, 2012; Chopra; Sodhi, 2014; Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019a). Isso é importante porque o nível de colaboração entre essas companhias impacta diretamente o desempenho geral da cadeia e sua capacidade de se recuperar de possíveis problemas externos que surjam (Assumpção, 2003; Huang; Han; Macbeth, 2020; Sharma *et al.*, 2022).

Este nível de sinergia entre as funções da organização pode ser visualizado por meio de um modelo introduzido por Lambert e Cooper (2000). Esta referência pode ser visualizada na Figura 2, que propõe uma visão da existência de um fluxo de informações coeso, instigando

uma sinergia entre os departamentos da empresa internamente e entre os participantes da cadeia de suprimentos externamente (Serdarasan; Tanyas, 2012; Huang; Han; Macbeth, 2020). Tal sinergia tem um efeito direto na dinâmica do negócio e em seus resultados operacionais.

Figura 2 - Dinâmica de cadeia de suprimento: escopo, função e instituições



Fonte: Assumpção (2003, p. 352).

Diferentes estudiosos apontam que existe uma relação direta entre o nível de maturidade que uma CS atinge e o seu desempenho geral, visto que à medida em que as cadeias se tornam mais maduras, há uma melhora significativa em aspectos como: custo, valor oferecido ao cliente, processos, velocidade de respostas às demandas entre outros (Assumpção, 2003; Moreira, 2013; Bueno; Alencar, 2016). Tais elementos são decisivos às organizações, principalmente com a digitalização e maior nível de globalização das CS no mundo (Chopra; Sodhi, 2014; Lambert; Enz, 2017).

A digitalização e a globalização das cadeias de suprimentos, decorrente da evolução no contexto socioeconômico mundial, intensifica o uso da SCM pelas empresas, o que leva as cadeias a um novo patamar de eficiência, principalmente com a implementação e intensificação da automação e do uso da inteligência artificial e da tecnologia *blockchain* (Lambert; Cooper, 2000; Assumpção, 2003). Sendo assim, tais ferramentas e tecnologias fornecem perspectivas para o desenvolvimento de maior flexibilidade, transparência, controle, entre outros elementos competitivos em todos os elos desta interrelação entre negócios de uma cadeia (Moreira, 2013; Cardoso, 2016; Ivanov *et al.*, 2017; Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019b).

Com a digitalização, houve a ampliação das possibilidades dentro da CS, desde o acompanhamento, em tempo real, do fluxo de produtos, aprimoramento da previsão de demanda e redução de erros até o aumento da resposta das cadeias em tempo real (Dolgui; Ivanov, 2020; Ivanov; Dolgui, 2019a; Hervani *et al.*, 2022). Por outro lado, as tecnologias disruptivas, principalmente no que tange à inteligência artificial, podem trabalhar junto com esta digitalização, possibilitando, assim, o processamento de volumes superiores de informação de forma mais eficiente. Esta tendência potencialmente implica mudança de panorama em escala mundial, pois eleva o nível de gestão e estratégia das empresas (Salah *et al.*, 2019; Zahed Benisi; Aminian; Javadi, 2020).

Tais aspectos aumentam ainda mais a necessidade de se adaptar e implementar conceitos, técnicas e ferramentas tecnológicas, haja vista seu profundo impacto em custo, principalmente na possibilidade de eliminação de intermediários e simplificação dos processos ao longo da cadeia (Dubey *et al.*, 2020; Chowdhury *et al.*, 2022). Exemplo disso é o uso da tecnologia BC para contratos inteligentes entre negócios em uma cadeia, elevando a colaboração entre os elos e tornando a comunicação fluida (Cui; Idota, 2018; Min, 2019; Althobaiti, 2020).

Em suma, o atual cenário mundial, marcado por profundas mudanças e, principalmente, pelo aumento da globalização das CS, com elevado dinamismo e concorrência, torna cada vez mais crucial a implementação de tecnologias disruptivas no sentido de aprimorar a SCM (Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019b; Khalid *et al.*, 2021; Barbosa, 2021). Neste sentido, a compreensão dos conceitos nelas envolvidos e de seu impacto nas CS torna-se cada vez mais relevante não apenas no sentido de competitividade das cadeias, mas de sua sobrevivência ao longo do tempo (Ivanov; Dolgui, 2019c; Chowdhury *et al.*, 2022; Hervani *et al.*, 2022).

Em suma, a gestão da cadeia de suprimentos é um domínio dinâmico e em constante adaptação (Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019b; Barbosa, 2021; Khalid *et al.*, 2021). A implementação de tecnologias inovadoras está se tornando um diferencial crucial para empresas

que buscam se destacar em um mercado cada vez mais acirrado (Ivanov; Dolgui, Sokolov, 2019a; Nandi *et al.*, 2020; Razak; Hendry; Stevenson, 2021). Para navegar com sucesso neste ambiente, é vital compreender os conceitos e as tendências da evolução das cadeias de suprimentos, alinhando os objetivos da pesquisa aos desafios e oportunidades que este campo em constante evolução apresenta (Ivanov; Dolgui, 2019c; Chowdhury *et al.*, 2022; Hervani *et al.*, 2022).

2.1.1 Redes de negócios e cadeias de suprimentos

A transformação da estrutura organizacional para além dos limites da empresa impõe às organizações, que, antes, trabalhavam de forma mais isolada, uma maior interconexão em ecossistemas de negócios (Luiz; Milaneze; Dep, 2005; Kenski, 2011). Juntas, estas empresas operam como um sistema dinâmico e interdependente (Zaccarelli *et al.*, 2008; Pinto, 2017).

O aumento das interconectividade entre as organizações, impulsionada pela crescente dependência destas para com as CS, transforma este fator em um diferencial competitivo e essencial para a sobrevivência no mercado (Dutta *et al.*, 2020; Donthu *et al.*, 2021; Ivanov; Dolgui, 2021). Esta nova realidade dá origem ao termo “redes de negócios”, permitindo a superação da tradicional estrutura de organização isolada (Centobelli *et al.*, 2020; Wong *et al.*, 2020; Ivanov; Dolgui, 2021).

Este termo surge ao longo da história, remontando períodos em que as transações comerciais se expandiram para além das fronteiras intraorganizacional e local, impulsionadas pelas transações internacionais e entre empresas, além da busca incessante por eficiência e ganho de competitividade ao longo do tempo (Ghadge *et al.*, 2020; Müßigmann; von der Gracht; Hartmann, 2020; Ye *et al.*, 2020). Tudo isso fez com que o conceito de redes evoluísse ao longo do tempo, por meio de diversos marcos históricos, indo desde as antigas rotas comerciais, revoluções industriais, até a atual economia globalizada contemporânea (Wong *et al.*, 2020; Ye *et al.*, 2020; Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2022).

O termo redes de negócios torna-se mais relevantes à medida em que aumenta o nível de globalização dos mercados mundiais e avanços tecnológicos, oferecendo maior eficiência logística e em comunicação, aumento da complexidade das CS, demandando respostas ágeis em nível intraorganizacional (Seuring; Müller, 2008; Dutta *et al.*, 2020; Ivanov; Dolgui, 2021). Neste sentido, o termo redes de negócios pode ser definido como estrutura interligada entre empresas e *stakeholders*, não se limitando em sua cooperação, mas funcionando cada vez mais de forma sinérgica por meio da convergência dos objetivos e valores (Ghadge *et al.*, 2020; Müßigmann; von der Gracht; Hartmann, 2020; Wong *et al.*, 2020).

Em uma perspectiva holística das redes de negócios, destacando a forma intrínseca da interdependência entre os elos da rede, como as organizações e *stakeholders*, configura-se de maneira a não apenas somar suas partes, como a se integrar operacionalmente e estrategicamente, formando um sistema que valoriza a colaboração profunda e contínua entre seus participantes (Chopra; Sodhi, 2004; Centobelli *et al.*, 2020; Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2022). Esta visão sinérgica contribui para eficiência da CS, tornando-se cada vez mais um fator de competitividade e sobrevivência em mercados globais e interconectados (Müßigmann; von der Gracht; Hartmann, 2020; Ye *et al.*, 2020; Ivanov *et al.*, 2022).

O Quadro 1 detalha os dez principais fundamentos da performance competitiva de uma rede de negócios. Estes fundamentos abrangem desde a fidelização entre fornecedores e clientes (Fundamento 1) até a estratégia de grupo para competir como rede (Fundamento 10), a saber:

Quadro 1 - Fundamentos da Performance Competitiva de Redes

Fundamento		Impacto na competitividade	
		Causa	Efeito
1	Fidelização crescimento entre fornecedores-clientes	Diferencial competitivo pela integração e desenvolvimento de práticas associadas a ganhos de eficiência compartilhados	Redução de custo agregados e/ou aumento de benefícios da oferta; favorecimento do processo de auto-organização e estabelecimento de governança
2	Compra direta de insumos usuário - produtores	Diferencial competitivo por alinhamento da disponibilidade de suprimentos, mesmo externos à rede (evitando desvantagens potenciais)	Diminuição ou eliminação de intermediários, reduzindo-se dificuldades de interação, bases de estocagem e/ou custos adicionais de gestão e operação de intermediação
3	Abrangência de negócios presentes na rede	Diferencial competitivo associado à disponibilidade de fatores de produção, velocidade de acesso, tecnologia e confiabilidade de insumos produzidos no interior da rede	Redução de custo agregado à combinação de fatores de produção disponíveis, aplicação de tecnologia confiabilidade na CS.
4	Especialização das empresas presentes na rede	Diferencial competitivo baseado na velocidade de desenvolvimento com investimento e custo inferiores	Especialização dos negócios favorece redução de despesas agregadas de operação e diminuição do volume de investimento necessário
5	Agilidade na substituição de empresas	Referencial competitivo vinculado à presença efetiva e permanente de empresas competentes	Extinção de negócios com baixa competitividade por fechamento da empresa ou mudança de controle
6	Homogeneidade da intensidade de fluxo	Movimento de intervenção vinculado ao balanceamento equilibrado de demandas ao longo da rede	Diferencial competitivo por aumento da eficiência agregada da rede em função da redução de estoque, velocidade de resposta à demanda e, consequentemente, “lead-time de rede” inferior e “giro de rede” superior
7	Inovação para alinhamento de negócios	Movimento de intervenção orientado para manutenção ou alinhamento da eficiência agregada da rede	Diferencial competitivo baseado em eficiência da rede (redução de estoque, velocidade de fluxo e diminuição de custos de transferência entre outros ganhos potenciais)

conclusão

Fundamento		Impacto na competitividade	
		Causa	Efeito
8	Compartilhamento por introdução de novas tecnologias	Movimento de intervenção, pois assimetrias de informação na CS, competências de introdução e capacidade de investimento potencialmente não estão disponíveis em toda rede	Diferencial competitivo baseado em eficácia e eficiência da rede (redução de estoque, velocidade de fluxo e diminuição de custos de transferência, entre outros ganhos potenciais)
9	Compartilhamento de investimentos, riscos e lucros	Movimento de intervenção focalizado no estímulo a práticas de inovação conjuntas, parcerias de desenvolvimento e ganhos compartilhados	Diferencial competitivo baseado em eficácia e eficiência da rede (redução de estoque, velocidade de fluxo e diminuição de custos de transferência entre outros ganhos potenciais)
10	Estratégia de grupo para competir como rede	Movimento de intervenção, assegurando orientação de ação e decisão de empresas focalizadas em ganhos de competitividade para a rede como um todo	Diferencial competitivo resultante de gestão estratégica e pela prioridade da competição com outras redes

Fonte: Adaptado de Zaccarelli *et al.* (2008, p. 23).

Não há um padrão uniforme de redes. As necessidades intrínsecas de adaptação moldam diferentes tipos de redes de negócios, visto que estas evoluem de acordo com o ambiente, adaptando-se às necessidades. Tais configurações surgem em decorrência da dinâmica de cada contexto. Algumas delas são:

- (1) Redes de Fornecimento (*Supply Chain Networks*): focadas na otimização da produção e distribuição de produtos, incluindo fornecedores, fabricantes e distribuidores, buscando maximizar a eficiência ao longo da cadeia de suprimentos (Maddikunta *et al.*, 2022; Moosavi; Fathollahi-Fard; Dulebenets, 2022b; Ivanov, 2023b).
- (2) Redes de Distribuição: concentram-se na entrega eficiente de produtos aos consumidores finais, envolvendo distribuidores, varejistas e outros agentes logísticos para assegurar uma distribuição rápida e eficaz (Axelsson; Easton, 2016; Singh *et al.*, 2021).
- (3) Redes de Colaboração Empresarial: baseiam-se na cooperação entre empresas para atingir objetivos comuns, com empresas parceiras que compartilham recursos e informações, visando a benefícios mútuos e ao alcance de metas específicas (Chang; Chen; Lu, 2019; Zucchella; Previtali, 2019).
- (4) Redes de Inovação: focam na geração conjunta de novas ideias e soluções, incluindo empresas, instituições de pesquisa e outros parceiros colaborativos para impulsionar a inovação em produtos, processos ou serviços (Chebo; Dhliwayo, 2024; Yin; Zhao, 2024).

- (5) Redes de Alianças Estratégicas: formadas por empresas que se unem para fortalecer suas posições competitivas, com alianças estratégicas que visam a explorar sinergias, compartilhar riscos e criar vantagens competitivas no mercado (Abu-Rumman *et al.*, 2021; Bamel *et al.*, 2021).
- (6) Redes de Valor Compartilhado: orientadas para a criação de valor econômico e social simultaneamente, contendo empresas que colaboram com iniciativas que beneficiam tanto seus negócios quanto a sociedade, integrando responsabilidade social corporativa às estratégias comerciais (van Zanten; van Tulder, 2021; Reuschl *et al.*, 2022).
- (7) Redes Sociais de Negócios: baseiam-se em plataformas *on-line* para facilitar conexões e colaborações entre empresas, com empresas que utilizam redes sociais para compartilhar informações, identificar oportunidades de negócios e fortalecer relacionamentos comerciais (Valeri; Baggio, 2021; Hina *et al.*, 2022).

Contudo, independentemente do tipo de rede de negócio, elas se apresentam com características distribuídas e estruturas dinâmicas em que cada autor, em sua estrutura, desempenha papéis específicos, contribuindo, assim, para a fluidez dos processos (Ghadge *et al.*, 2020; Müßigmann; von der Gracht; Hartmann, 2020; Ye *et al.*, 2020). No caso da CS, a relação entre estes autores estabelece o nível de eficácia das informações e de materiais, atuando de forma interdependente, permitindo que a colaboração desempenhe um papel crucial no sucesso da rede (Maddikunta *et al.*, 2022; Moosavi; Fathollahi-Fard; Dulebenets, 2022; Ivanov, 2023a).

2.2 Resiliência em cadeias de suprimentos

Com o aumento do nível de globalização das economias mundiais, organizações estão buscando cada vez mais ampliar valor ao cliente e reduzir custo. Assim, buscando atender a demanda de mercado, há uma tendencia natural de fragmentação das CS (Hosseini, Ivanov, 2022b; Ivanov, 2018; 2023a). Frente a isso, melhores práticas de SCM já estão sendo aplicadas em muitas cadeias, tornando a SCM cada vez mais importante na literatura. No entanto, a gestão e a busca por eficiência não devem ser os únicos pontos de preocupação das organizações, visto que, à medida em que as cadeias se fragmentam, há um aumento de adversidades que podem resultar em quebras das CS (Jain *et al.*, 2017; Nitsche *et al.*, 2023; Xu *et al.*, 2023).

Assim, estas situações adversas são absorvidas em escalas maiores, à medida em que a economia mundial se torna mais interligada. Diante disso, a resiliência em cadeias de suprimentos ganha relevância, não apenas pela necessidade de sobrevivência delas, mas na redução de riscos inerentes às adversidades (Hosseini; Ivanov, 2022a; Moosavi; Fathollahi-

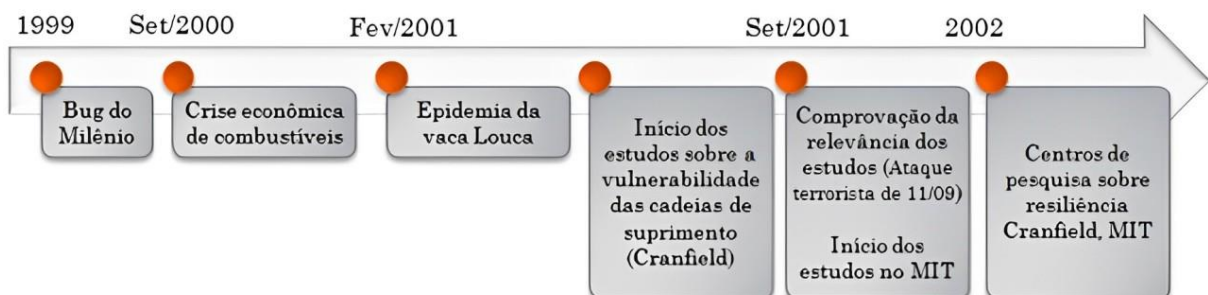
Fard; Dulebenets, 2022; Raj *et al.*, 2022). Neste sentido, a SCRE pode ser compreendida como a capacidade de uma CS de absorver perturbações, adaptar-se com agilidade e manter eficiência diante das adversidades suprimimentos (Ivanov *et al.*, 2017; Katsaliaki; Galetsi; Kumar, 2022; Moosavi; Fathollahi-Fard; Dulebenets, 2022).

No cenário atual, com uma globalização intensificada, a SCRE torna-se crucial, visto que como as CS são mais sensíveis a perturbações em qualquer lugar do mundo, pois a interdependência entre países e empresas aumentou significativamente, tornou as CS mais complexas e integradas (Chowdhury; Quaddus, 2016; Brusset; Teller, 2017a; Sreedevi; Saranga, 2017). Os arranjos mais complexos e crescentes desafios ampliam a visão de SCRE revelando novas abordagens na busca constante por adaptação das CS neste contexto em que a absorção de impactos e eventos globais são intensificados (Ali *et al.*, 2021; Alves Ferreira, 2017; Sá *et al.*, 2019).

Ivanov (2023, p. 3) define SCRS como “[...] a capacidade de uma rede de organizações interconectadas de se antecipar, preparar, responder e se adaptar a eventos disruptivos, minimizando os impactos negativos e explorando as oportunidades emergentes”. Enfatizando, assim, a importância de ações reativas e, ao mesmo tempo, mostrando uma visão holística sobre múltiplos atores dentro de uma CS.

Embora a SCRE não seja um conceito novo, a Figura 3 demonstra como a evolução das práticas ao longo dos anos revela mudanças de paradigmas em diferentes contextos socioeconômicos (Tanoue, 2011). A crescente frequência e impacto de eventos disruptivos, como pandemias, crises geopolíticas e mudanças climáticas, exigem uma abordagem mais robusta e estratégica para que a SCRE vá além da mera capacidade de sobrevivência diante de adversidades, mas no sentido de absorção de respostas a eventos disruptivos (Tanoue, 2011; Thorton; Ocasio; Lounsbury, 2013; Tanoue, 2016).

Figura 3 - Evolução de estudos sobre gestão de risco em CS e SCRE



Fonte: Tanoue (2011, p. 51).

Esta mudança de paradigma é marcante. As empresas não apenas se preparam para lidar com riscos, mas a própria intensificação das interrelações empresariais e de países as leva a desenvolver ou procurar criar a capacidade de se adaptar e prosperar em um ambiente em constante mudanças (Betto; Garengo, 2023; Gu *et al.*, 2023; Zavala-Alcívar *et al.*, 2023). Contudo, a SCRE ganha um novo patamar no sentido de se fortalecer, necessitando de uma gestão de risco mais abrangente e proativa (Abou Kamar *et al.*, 2023; Chowdhury *et al.*, 2023; Mazzoni, 2023).

A escalada crescente de eventos adversos, como a crise financeira de 2009 que impactou o mercado de créditos e levou à falência de grandes empresas, guerra comercial entre os Estados Unidos e China, gerando instabilidade no mercado global e tarifas elevadas e a pandemia de Covid-19, causando interrupções nas CS e *lockdowns* em todo o mundo, a partir de 2020, serviram como marco para a SCRE devido ao fato da exposição das CS a quebras e rupturas, desencadeando novas áreas de investigação na literatura, como a zona de resiliência, análise de redes e gestão de riscos (Ivanov *et al.*, 2023; Shen; Sun, 2023; Yu *et al.*, 2024). Esta atração de pesquisadores sobre a SCRE é atrelada aos impactos severos em diversas CS, como a ruptura na cadeia de fornecimento de *chips* semicondutores, que refletiram em profundas repercussões financeiras às empresas, o que tornou necessário a busca do equilíbrio entre o desempenho e a gestão mitigadora de riscos e a crise na cadeia de alimentos que gerou escassez e aumento de preços em diversos países (Chervenkova; Ivanov, 2023; Kähkönen *et al.*, 2023; Haji; Himpel, 2024; Wang; Zhou; Zhao, 2024).

2.2.1 Zona de resiliência da cadeia de suprimento

A relação entre a capacidade de resiliência e flexibilidade organizacional deve ser adequada ao nível de vulnerabilidade da CS, devendo-se manter o equilíbrio entre o risco de uma cadeia e o de investimentos, no sentido de aumento da robustez e mitigação de tais riscos (Pettit; Fiksel; Croxton, 2010; 2013; Moosavi; Fathollahi-Fard; Dulebenets, 2022). A Figura 4 apresenta um gráfico que permite analisar o ponto de equilíbrio entre o a capacidade de absorção de eventos adversos adequada a cada nível de vulnerabilidade (Pettit; Fiksel; Croxton, 2008).

Figura 4 - Zona de resiliência da cadeia de suprimentos



Fonte: Adaptação de Pettit, Fiksel e Croxton (2008).

Como se observa na Figura 4, o nível de SCRE, interpretado como a capacidade de absorção de eventos adversos, em uma correlação positiva para com a vulnerabilidade, demonstra que, quanto mais alto for a vulnerabilidade de uma CS no mercado, maior será o investimento em SCRE para atingir o ponto denominado como zona de resiliência (Pettit; Fiksel; Croxton, 2008; Giri, Madan; Varma, 2023). Do contrário, investimentos altos em SCRE, mesmo em cenários com baixo nível de vulnerabilidade, podem significar erosão de lucros ou gastos desnecessários, influenciando na competitividade da organização. O mesmo acontece com baixos investimentos em cenários com alta vulnerabilidade, revelado com excesso de exposição ao risco.

A Figura 4 ilustra o ponto de equilíbrio fundamental na gestão da SCRE, sendo o nível ideal de investimento que maximize a eficácia da CS, que é a capacidade de lidar com disrupções e alcançar objetivos e, ao mesmo tempo, sem comprometer a eficiência, que é o uso otimizado de recursos. Encontrar o equilíbrio é crucial para garantir a competitividade das empresas, pois o foco excessivo na eficiência pode fragilizar a CS frente a disrupções, enquanto o foco excessivo na eficácia pode gerar custos desnecessários e prejudicar a lucratividade. O Quadro 2 apresenta a diferença conceitual entre a eficácia e a eficiência:

Quadro 2 - Eficiência x Eficácia

Aspecto	Eficiência	Eficácia
Definição	Uso otimizado de recursos para alcançar o máximo de resultados com o mínimo de esforço	Capacidade de lidar com disrupções e alcançar objetivos, independentemente dos recursos utilizados
Objetivo	Minimizar custos, otimizar processos e utilizar os recursos disponíveis da forma mais produtiva possível	Garantir a continuidade das operações e o cumprimento dos objetivos estratégicos da CS, mesmo em cenários desafiadores

conclusão

Aspecto	Eficiência	Eficácia
Foco	Recursos	Resultados
Riscos do foco excessivo	Fragiliza a CS frente a disrupções	Gera custos desnecessários e prejudica a lucratividade
Referências	Hu <i>et al.</i> (2019); Li, D. <i>et al.</i> , (2020); Samavati, Badiezadeh e Saen (2020); Park, Braunscheidel e Suresh (2023)	Hu <i>et al.</i> (2020); Samavati, Badiezadeh e Saen (2020); Taviana <i>et al.</i> (2021); Zscheischler <i>et al.</i> (2022)
Exemplos de práticas na CS	• Implementar o método <i>Kanban</i> para controlar o fluxo de materiais e evitar estoques excessivos (Pekarčíková <i>et al.</i>, 2020; Abideen; Mohamad, 2021) • Adotar o conceito de <i>just-in-time</i> para reduzir custos de armazenagem e aumentar a rotatividade de estoque (Hussein; Zayed, 2021; Kovács; Falagara Sigala, 2021) • Utilizar softwares de gestão de estoque para otimizar o controle e a rastreabilidade dos produtos (Chowdhury <i>et al.</i>, 2022; Etemadi <i>et al.</i>, 2021) • Negociar acordos de longo prazo com fornecedores para garantir preços competitivos e prazos de entrega adequados (Bayramova; Edwards; Roberts, 2021; Etemadi <i>et al.</i>, 2021) • Implementar rotas de transporte otimizadas para minimizar custos e tempo de entrega (Ivanov; Dolgui, 2019c; Nandi <i>et al.</i>, 2021) • Investir em tecnologias de automação para otimizar processos e reduzir o tempo de trabalho manual (Ivanov; Dolgui, 2019a; Lins; Morais, 2021)	• Criar um plano de resposta a disrupções para minimizar o impacto de eventos inesperados na CS (Min, 2019) • Diversificar a base de fornecedores para reduzir o risco de dependência de um único fornecedor (Ivanov <i>et al.</i>, 2019; Rejeb <i>et al.</i>, 2022a) • Implementar um sistema de monitoramento e análise de dados para identificar gargalos e oportunidades de melhoria na CS (Rejeb <i>et al.</i>, 2022b; (Min, 2019; Charles; Emrouznejad; Gherman, 2023) • Investir em tecnologias que aumentam a visibilidade da CS e facilitam a tomada de decisões (Huang <i>et al.</i>, 2018; Kouhizadeh; Sarkis; Zhu, 2019) • Criar uma cultura de colaboração entre os diferentes departamentos da empresa para garantir o alinhamento das ações e a eficácia da CS (Bozarth <i>et al.</i>, 2009; Mwangi; Kiiru, 2021) • Realizar treinamentos periódicos para os colaboradores da CS para aprimorar suas habilidades e conhecimentos (Pettit; Fiksel; Croxton, 2013; Vecchi; Vallisi, 2019)
Benefícios do equilíbrio	• Maior resiliência da CS (Xue <i>et al.</i>, 2013; Lasi <i>et al.</i>, 2014; Zavala-Alcívar <i>et al.</i>, 2020) • Redução de custos (Pettit; Fiksel; Croxton, 2010; Hosseini; Barker, 2016; Rajesh, 2017) • Melhor tomada de decisões (Amentae; Gebresenbet, 2021; Hervani <i>et al.</i>, 2022; Gupta <i>et al.</i>, 2023) • Maior competitividade no mercado (Ivanov; Dolgui, 2019a; Rejeb <i>et al.</i>, 2022a; Kazancoglu <i>et al.</i>, 2023)	

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

2.2.2 Risco da cadeia de suprimento

O risco na cadeia de suprimentos (RCS) é definido como a probabilidade de um evento adverso afetar negativamente o desempenho da cadeia de suprimentos, como, por exemplo flutuações da demanda, interrupções no fornecimento, desastres naturais, ataques cibernéticos entre outros incidentes que resultem em perdas financeiras, danos a reputação, entre outros impactos negativos (Ivanov *et al.*, 2019a; Porpiglio, 2019). Assim, a gestão de risco nas cadeias de suprimentos (SCRR do inglês *Supply Chain Risk Management*) é o processo contínuo e

proativo que visa a identificar, avaliar, mitigar e monitorar os RCS (Sa, 2017; Fan; Stevenson, 2018; Golan; Jernegan; Linkov, 2020).

A SCRR busca garantir as tomadas de decisões mais informadas e resilientes dentro de toda a cadeia, podendo ser aplicada a diferentes contextos, indo desde projetos específicos, gestão de toda a cadeia de suprimentos até uma empresa específica (Ivanov, 2020; Scherer; Siddiq; Tondeur, 2019; Bauwens; Vaskelainen; Frenken, 2022). A gestão de risco é fundamental para a melhoria da SCRE, aumento da eficiência e eficácia e redução de custos com impactos adversos o que aumenta a garantia de sucesso da CS, mostrando que os objetivos da SCRR estão voltados a (Govindan *et al.*, 2017; Sreedevi; Saranga, 2017; Wang *et al.*, 2022):

- (1) Minimizar perdas e custos: diminuir os custos de recuperação após eventos disruptivos, minimizar perdas por interrupções na produção, vendas ou entregas e otimizar o uso de recursos e investimentos.
- (2) Redução dos impactos operacionais: minimizar atrasos, nas entregas e rupturas de estoque, melhorar a eficiência da cadeia de suprimentos, aumentar a eficiência e a qualidade dos produtos.
- (2) Aumentar a eficiência e a eficácia: melhorar o planejamento com a identificação e avaliação dos riscos de forma precisa, além e melhorias na execução com implementação de medidas de mitigação de forma eficiente, monitoramento e controle de forma eficaz, e garantia da comunicação clara entre os diferentes elos da CS.
- (3) Melhoria do controle: por meio da avaliação, a efetividade das medidas de mitigação, ajustamento de planos de contingência conforme necessário e asseguramento da conformidade com as normas e regulamento.
- (3) Promover a resiliência: aumento da flexibilidade voltada a responder de forma ágil as mudanças no mercado, adaptação às novas tecnologias e tendências, capacidade de superação de desafios e obstáculos de forma eficiente, além do fortalecimento da capacidade de recuperação no sentido de minimizar o tempo de recuperação após distúrbios, restauração das operações de forma rápida e eficaz e, principalmente, aprender com erros e aprimorar continuamente a gestão de risco.
- (4) Garantir o sucesso e a competitividade: assegurar o cumprimento dos objetivos estratégicos por meio do alinhamento da gestão de riscos com os objetivos da organização, tomada de decisão estratégica com base em informações precisas e fidedignas em relação a riscos, garantindo crescimento sustentável da organização.

Isto é, a SCRR é a base da SCRE, haja vista o foco em identificar e mitigar riscos, sendo uma ferramenta indispensável na SC. Já a SCRE é a resposta da organização ao risco e as ações

as quais devem ser tomadas (Ferrari *et al.*, 2018; Min, 2019; Moencks *et al.*, 2022; Patil *et al.*, 2022). O Quadro 3 apresenta a diferença entre a SCRE e a SCRR, demonstrando as diferentes ações e processos em uma CS:

Quadro 3 - Comparativo entre gestão de risco fora e dentro da SCRE

Gestão de risco na cadeia de suprimentos
Levantamento e classificação dos riscos
Análise de riscos
Planos de ação para mitigação dos riscos
Implementação de ações definidas para mitigar e evitar riscos
Monitoramento das ações implementadas
Incorporando ações de resiliência
Reengenharia, reconfiguração e realinhamento dos atributos de desempenho da cadeia
Promoções de ações para manutenção da estabilidade
Recuperação da cadeia no pós-rupturas
Colaboração e gestão de eventos

Fonte: Adaptado de Phusavat *et al.* (2010), Ali, Mahfouz e Arisha (2017) e Ali *et al.* (2021).

Neste sentido, a RCRR tem uma conotação mais abrangente na mitigação dos riscos, uma vez que está mais focada no pré-distúrbio, sendo uma dos principais processos a identificação do RCS, sendo este um processo abrangente, envolvendo a análise de fatores internos e externos, análises de cenários entre outros (Govindan; Fattahi; Keyvanshokoo, 2017; Prakash *et al.*, 2017; Sreedevi; Saranga, 2017). A avaliação destes riscos identificados torna-se essencial no processo de decisão e construção da própria SCRE, que deve ser iniciado por meio da análise de probabilidade e impacto de cada risco, permitindo auxiliar as decisões de investimentos (Chen *et al.*, 2022; Fan; Stevenson, 2018; Pires-Ribeiro; Barbosa-Povoa, 2018).

A análise de probabilidade e impacto, que tem como foco estimar a chance de um risco se concretizar, é apresentada por meio da probabilidade ou frequência em que os eventos aparecem. Por outro lado, o impacto está voltado para a magnitude das perdas, caso o risco se concretize, ou seja, sua severidade (Chiu; Choi, 2016; Ivanov *et al.*, 2019a). Estes fatores de riscos são classificados por meio do uso de ferramentas que permitem elucidar os riscos de acordo com sua probabilidade de impacto e, principalmente, severidade (Golan; Jernegan; Linkov, 2020; Ivanov, 2020; El Baz; Ruel, 2021).

Uma das formas de classificação do risco por frequência e severidade é por meio de uma matriz de riscos, como, por exemplo, a Matriz de Risco 5x5, que serve como um guia para o

gerenciamento de riscos em projetos de aquisições (Ni; Chen; Chen, 2010a; Valavanis; Vachtsevanos, 2015). A matriz pode ser aplicada em diferentes contextos, incluindo a gestão de cadeias de suprimentos (Erwan *et al.*, 2022). Como demonstra o Quadro 4, as ações podem ser revertidas em investimentos ou esforços; os níveis inaceitáveis e inviáveis podem ser entendidos como descontinuidades em operações; os níveis de monitoramento são apenas para ser controlados, porém podem, em alguns casos, ser revertidos em investimentos; e os níveis de nenhuma ação simplesmente são ignorados.

Quadro 4 - Matriz de risco 5x5

Probabilidade de ocorrência ou exposição	Nível de impacto, gravidade ou consequência para a cadeia de suprimentos				
	Insignificante	Baixo	Moderada	Significante	Catastrófico
Frequente	Monitoramento	Ação	Inaceitável	Inviável	Inviável
Provável	Monitoramento	Ação	Ação	Inviável	Inviável
Ocasional	Nenhuma Ação	Monitoramento	Ação	Ação	Inaceitável
Remota	Nenhuma Ação	Monitoramento	Monitoramento	Ação	Ação
Improvável	Nenhuma Ação	Nenhuma Ação	Nenhuma Ação	Monitoramento	Monitoramento

Fonte: Adaptação de Ni, Chen e Chen (2010a) e Erwan *et al.* (2022).

A matriz de risco é uma ferramenta valiosa para a classificação dos riscos em uma cadeia de suprimentos, pois permite o mapeamento e a classificação dos riscos, levando em conta o impacto e a probabilidade de ocorrência. Entretanto, existem limitações, quando se trata de riscos de baixa probabilidade e alto impacto, como é o caso das rupturas sistêmicas. Consideradas inestimáveis por serem eventos de difícil previsão, as rupturas sistêmicas não se encaixam na tradicional matriz de risco.

Rupturas sistêmicas são eventos disruptivos de grande magnitude, afetando toda a CS, porém são praticamente imprevisíveis e de baixa frequência, como, por exemplo, os desastres, instabilidade política, falhas tecnológicas, erros humanos, entre outros. Tais eventos severos, porém, podem até mesmo inviabilizar CS inteiras. Alguns exemplos de cada tipo de rupturas sistêmicas:

- (1) Desastres naturais: terremotos, inundações, furacões, pandemias etc.
- (2) Instabilidade política: guerras, revoluções, crises econômicas etc.
- (3) Falhas tecnológicas: falhas em sistemas de informação, ataques cibernéticos etc.

(4) Erros humanos: negligência, sabotagem etc.

Os impactos das rupturas sistêmicas podem ser devastadores como, por exemplo, interrupção do fluxo de produtos e serviços, perdas financeiras, principalmente devido ao aumento de custos e danos à reputação da empresa com perda de confiança dos clientes e investidores. Neste sentido, a SCRR também identifica e avalia tais riscos, permitindo o desenvolvimento de planos de contingência, implementação de medidas de mitigação e monitoramento de risco focado no aumento da SCRE.

A SCRR eficaz, especialmente em relação a rupturas sistêmicas, é a base fundamental para a construção da SCRE, permitindo um aumento da capacidade de reação a diferentes distúrbios de forma rápida e eficaz. Em suma, os RCS devem fazer uso de diferentes ferramentas antes dos distúrbios, preparando a CS e mitigando tais eventos e, ao mesmo tempo, preparando a organização com planos de contingências durante os distúrbios, permitindo a sua recuperação da eficácia e eficiência.

2.2.3 Capacidade de reação a distúrbios

A capacidade de reação a distúrbio mostra-se fundamental. No entanto, esta habilidade só será possível e efetiva mediante o preparo antecipado, permitindo, assim, que as respostas sejam rápidas e flexíveis, sendo uma característica vital na reação da empresa frente às inúmeras perturbações (Ponomarov; Holcomb, 2009; Graeml; Peinado, 2014; Ivanov; Dolgui, 2019a). Em cenários desafiadores, a antecipação ao risco deve ser adequada e adaptada aos diferentes tipos de mercado e negócios. Assim, ela depende de um aprendizado contínuo no sentido de captar a experiência passada do próprio negócio e dos outros atores da cadeia (Ali; Mahfouz; Arisha, 2017; Miot, 2017; Karl *et al.*, 2018; Ali *et al.*, 2021).

A colaboração no fluxo de informações torna-se peça fundamental para o preparo de todos os elos da cadeia, captando melhor o que aconteceu no passado. O resultado das ações frente a interrupções ou adversidades possibilita, assim, o aprimoramento contínuo das ações de prevenção e até mesmo de reação da cadeia como um todo (Jain *et al.*, 2017; Ivanov *et al.*, 2019a). O Quadro 5 apresenta um resumo dos principais fatores de vulnerabilidade em uma SC e seus subfatores ou detalhamento desses fatores, permitindo compreender exatamente os conceitos de conectividade, turbulência, ameaças deliberadas, pressões externas e limitação de recursos no contexto das organizações presentes em uma cadeia (Jüttner; Maklan, 2011; Tanoue, 2011; Tanoue, 2016; Vershinina *et al.*, 2020).

Quadro 5 - Fatores de Vulnerabilidade

Fatores de Vulnerabilidade na Cadeia de Suprimentos		
Fator de Vulnerabilidade	Definição	Subfatores
Turbulência	Ambiente caracterizado por mudanças frequentes em fatores externos que vão além do seu controle.	Catástrofes naturais, imprevisibilidade na demanda, flutuações nas moedas e preços, falhas tecnológicas e pandemias.
Ameaças deliberadas	Ataques internacionais destinados a interromper operações ou causar danos humanos ou financeiros.	Roubo, terrorismo, sabotagem, conflitos trabalhistas, espionagem, grupos de interesses especiais, responsabilidade por produtos defeituosos.
Pressões externas	Influência, não especificamente direcionada à empresa, que cria restrições ou barreiras comerciais.	Inovação competitiva, mudanças sociais e culturais, mudanças políticas e regulatórias, pressões de preços, responsabilidade corporativa e mudanças ambientais.
Recursos limitados	Restrições da produção com base na disponibilidade dos fatores de produção.	Capacidade do fornecedor, produção e distribuição, disponibilidade de recursos humanos, matéria-prima e serviços públicos.
Sensibilidade	Importância de condições cuidadosamente controladas para a integridade do produto e do processo.	Complexidade, pureza do produto, materiais restritos, fragilidade, confiabilidade dos equipamentos, perigosos de segurança, visibilidade dos <i>stakeholders</i> , perfil simbólico da marca e concentração de capacidade.
Conectividade	Grau de dependência e de interdependência de entidades externas.	Rede sem escala, dependência de informação, grau de terceirização, canais de importação e exportação, dependência de fontes e origens especiais.
Perturbação do fornecedor e clientes	Suscetibilidade de fornecedores e clientes às forças externas ou perturbações.	Confiabilidade do fornecedor, perturbações do cliente.

Fonte: Pettit, Fiksel e Croxton (2010, p. 11).

O Quadro 5 permite a compreensão dos aspectos por trás das ações que promovam a SCRE e que devem ser observadas ao equilibrar o nível de resiliência, frente às vulnerabilidades da cadeia, como foi mostrado na Figura 4 (Pettit; Fiksel; Croxton, 2010; Xue *et al.*, 2013; Hosseini *et al.*, 2019b). A SCRE pode ser fortalecida por meio de práticas e tecnologias que se dividem em dois grupos: as práticas operacionais e estratégicas e a implementação de tecnologias na CS (Ali; Mahfouz; Arisha, 2017; Hosseini *et al.*, 2019a; Dolgui; Ivanov, 2020):

(1) Práticas operacionais e estratégicas:

- Colaboração na cadeia
- Compartilhamento de riscos e receitas
- Planejamento de contingência
- Sustentabilidade na cadeia de suprimentos

(2) Implementações tecnológicas na CS:

- Digitalização da CS

Big Data Analytics

Internet das Coisas

As práticas operacionais e estratégicas visam a fortalecer o relacionamento entre os membros da CS, reduzir os riscos e custos da CS, além de preparar a cadeia para lidar com eventos disruptivo (Linnenluecke, 2017; Ivanov *et al.*, 2018; Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019a). A implementação de tecnologias na CS tem como objetivo a melhora da visibilidade e rastreabilidade da cadeia, otimização da tomada de decisão, automatização de processos, redução de custos e aumento da eficiência e da SCRE (Korlat *et al.*, 2021; Fasbender; Gerpott; Rinker, 2023; Han; Fang, 2023).

As estratégias e tecnologias citadas impactam diretamente na capacidade de SCRE, desempenhando um papel fundamental frente às adversidades, incertezas e perturbações. Por outro lado, estas podem causar uma redução da eficiência operacional, necessitando, assim, compreendê-las e interpretar seus impactos dentro da CS (Rajesh; Ravi, 2015a; Jain *et al.*, 2017; Behzadi *et al.*, 2018). O Quadro 6 revela a descrição de cada uma das capacidades de SCRE e os temas em definição sobre elas, possibilitando conceituar cada um dos pontos referentes a esta capacidade dentro das cadeias (Ali; Mahfouz; Arisha, 2017; Dubey *et al.*, 2019; Liu, *et al.*, 2019).

Quadro 6 - Capacidades do SCRE

Capacidades da SCRE		
Capacidades da SCRS	Descrição	Temas em definições SCRE
Capacidade de antecipação	Habilidade de identificar e acompanhar eventos e mudanças ambientais para antecipar riscos e tomar ações preventivas que minimizem impactos na CS.	Análise preditiva para identificar tendências de demanda e tomar medidas preventivas para evitar escassez de produtos.
Capacidade de adaptação	Gerenciar e ajustar recursos críticos da CS continuamente durante interrupções ou mudanças, garantindo as operações.	Flexibilidade de produção e distribuição para lidar com alterações de demanda ou restrições.
Capacidade de resposta	Reagir a eventos da CS, com objetivo de mitigar os impactos das interrupções e restaurar o funcionamento normal.	Plano de contingência bem definido em caso de intempéries, garantindo a rápida retomada das operações.
Capacidade de recuperação	Restaurar ou retornar às operações normais após um evento na CS, restabelecendo a eficiência e a funcionalidade.	Negociação com fornecedores alternativos, permitindo a retomada da produção dentro do menor prazo possível.
Capacidade de aprendizagem	Analisar fatos, identificar lições aprendidas melhorando a resiliência e o desempenho futuro da CS.	Revisão pós-crise para identificar pontos fracos na CS e implementar ações corretivas.

Fonte: Adaptado de Ali, Mahfouz e Arisha (2017, p. 23).

As capacidades apresentadas no Quadro 6 podem ser separadas em distintas categorias, como a de antecipar eventos potencialmente prejudiciais à CS, monitoramento de cenário e de desempenho que, quando administrados adequadamente, equilibram o nível de SCRE e promovem o desempenho, sendo crucial para a perpetuação da cadeia ao longo do tempo (Ali; Mahfouz; Arisha, 2017; Chunzhao; Liu, 2020). As cinco capacidades de SCRE estão integradas dentro da gestão de risco, procurando, assim, a promoção de um equilíbrio entre elas por meio de uma visão mais abrangente sobre a cadeia, incorporando a gestão de riscos com sua visão sobre as informações internas e externas e a promoção da flexibilidade organizacional que resultarão no aumento do nível de SCRE (Yodo; Wang, 2016; Wang *et al.*, 2018; Hosseini *et al.*, 2019b).

O Quadro 6 sugere uma intrincada relação entre a gestão de risco, a flexibilidade organizacional e a resiliência da cadeia de suprimentos dentro de um fluxo contínuo na preparação da SCRE (Tanoue, 2016; Mota, 2018). A demonstração das etapas da gestão de risco na cadeia de suprimentos permite a compreensão, desde o levantamento e classificação de riscos, como um estudo de cenário e compreensão da magnitude e dos fatores de riscos até o monitoramento constante, resultando em uma cultura de gestão de riscos (Olave; Amato Neto, 2001; Tanoue, 2011).

A flexibilidade organizacional é essencial para a SCRE, pois permite que as empresas se adaptem a mudanças e distúrbios na CS, em que a gestão de risco fornece dados sobre as vulnerabilidades da cadeia, auxiliando as organizações a configurar e ajustar o nível de flexibilidade e redundância necessário (Carvalho *et al.*, 2012; Esper, 2021; Vecchi; Vallisi, 2019). A SCRE pode ser entendida como o resultado de um fluxo de ações voltadas à flexibilidade organizacional, que permitem a manutenção da estabilidade e a recuperação após as rupturas da CS, como demonstrado na Figura 5 (Ali; Mahfouz; Arisha, 2017; Ivanov, 2017; Raj *et al.*, 2022).

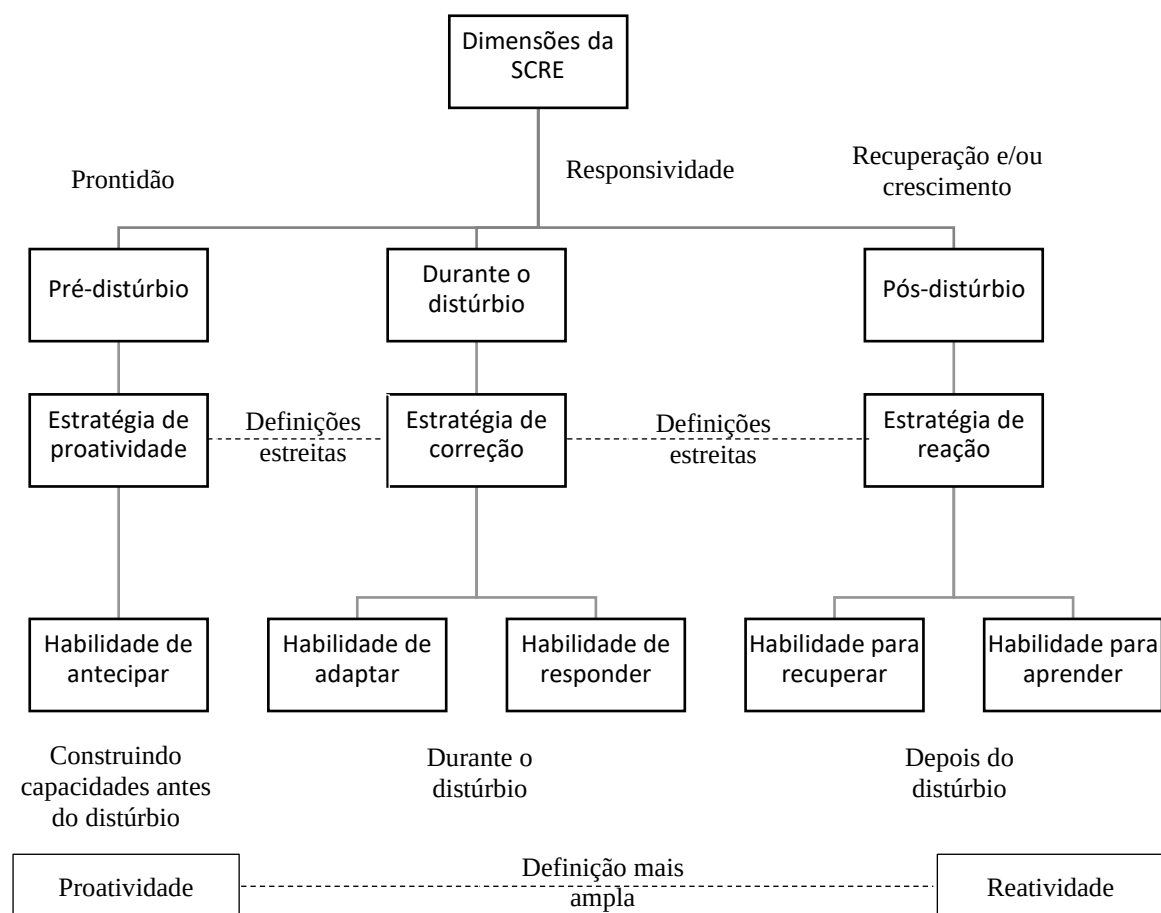
Figura 5 - Gestão de risco, flexibilidade organizacional e resiliência em SCRS



Fonte: Tanoue (2011, p. 100).

A SCRE é um processo complexo, abordando estratégias e habilidades distintas para enfrentar diferentes momentos dos distúrbios ou perturbações: pré-distúrbio, durante o distúrbio e pós-distúrbio, demonstrado no modelo apresentado por Ali, Mahfouz e Arisha (2017), na Figura 6. Cada um dos momentos apresentados pelo modelo é representado por diferentes estratégias e habilidades que determinam o nível de SCRE (Zhao *et al.*, 2011; Linnenluecke, 2017; Ali *et al.*, 2021). O pré-distúrbio tem foco na proatividade e capacidade de antecipar possíveis eventos disruptivos. O objetivo é preparação, planejamento e desenvolvimento de estratégias no sentido de mitigar o risco de interrupção e quebra da cadeia (Pettit; Fiksel; Croxton, 2013; Jain *et al.*, 2017; Lopes *et al.*, 2019). A gestão de risco tem um importante papel dentro da fase pré-distúrbio, que deve ser adequada e compatível com o cenário apresentado, resultando em uma cultura de gestão de riscos na CS (Correia *et al.*, 2017; Ivanov, 2022b; Raj *et al.*, 2022).

Figura 6 - Processo de SCRE, antes, durante e após distúrbio



Fonte: Adaptado de Ali, Mahfouz e Arisha (2017).

Durante o distúrbio, as estratégias se voltam para a correção e adaptação imediata diante das perturbações. Neste momento, é crucial que a cadeia de suprimentos demonstre flexibilidade e a capacidade de responder rapidamente aos eventos adversos (Ali; Mahfouz; Arisha, 2017; Jain *et al.*, 2017; Ivanov *et al.*, 2019a). As habilidades-chave incluem adaptar recursos críticos e responder de maneira ágil e eficiente para minimizar os impactos negativos (Correia *et al.*, 2017; Porgiglio, 2019; Amentae; Gebresenbet, 2021).

Após o distúrbio, no momento pós-distúrbio, as estratégias concentram-se na reação e recuperação. A cadeia de suprimentos deve restabelecer suas operações normais e se recuperar de forma rápida e efetiva. Além disso, é fundamental aprender com a experiência e implementar melhorias para fortalecer ainda mais a SCRE no futuro, além de habilidades como se recuperar, restaurar operações e promover o aprendizado contínuo (Ali; Mahfouz; Arisha, 2017).

É importante ressaltar que estas estratégias estão interligadas e devem ser abordadas em conjunto, levando em conta não apenas a complexidade da CS como também um conjunto de fatores influenciadores do nível de vulnerabilidade como foi apresentado na Figura 4 (Khalid *et al.*, 2021; Sa, 2017). A dependência das estratégias resulta em um melhoramento contínuo das habilidades intrínsecas a elas, permitindo que a organização se adapte ao desenvolvimento e mudanças de cenário rapidamente (Ali; Mahfouz; Arisha, 2017; Chunzhao; Liu, 2020).

O Quadro 7 apresenta uma classificação de riscos em diferentes categorias e seus respectivos direcionadores e efeitos na CS (Rice; Caniato, 2003). A compreensão dessas categorias e seus direcionadores é essencial para uma abordagem efetiva de gestão de riscos e para o desenvolvimento de estratégias adequadas de resiliência na cadeia de suprimentos (Rice; Caniato, 2003; Pettit; Fiksel; Croxton, 2013).

Quadro 7 - Classificação e direcionadores de risco na cadeia de suprimentos

RISCO	DIRECIONAMENTO DO RISCO
Rupturas no fluxo de materiais	- Desastres naturais - Disputas trabalhistas - Falência de fornecedores - Guerra e terrorismo
Atrasos no fluxo de materiais	- Alta utilização de capacidade na fonte de fornecimento - Inflexibilidade da fonte de fornecimento - Problemas de qualidade ou rendimento da fonte de fornecimento - Elevada movimentação devido a fronteiras ou mudanças nos modais de transporte
Integração e infraestrutura dos sistemas	- Falhas na infraestrutura de informações - Integração dos sistemas ou extensas redes de sistemas - <i>E-commerce</i>
Previsão de demanda	- Baixa acurácia de previsão (longos <i>lead times</i>, sazonalidade, etc.) - Efeito chicote ou distorção nas informações
Controle da propriedade intelectual	- Integração vertical da cadeia de suprimentos - <i>Outsourcing</i> e mercados globais

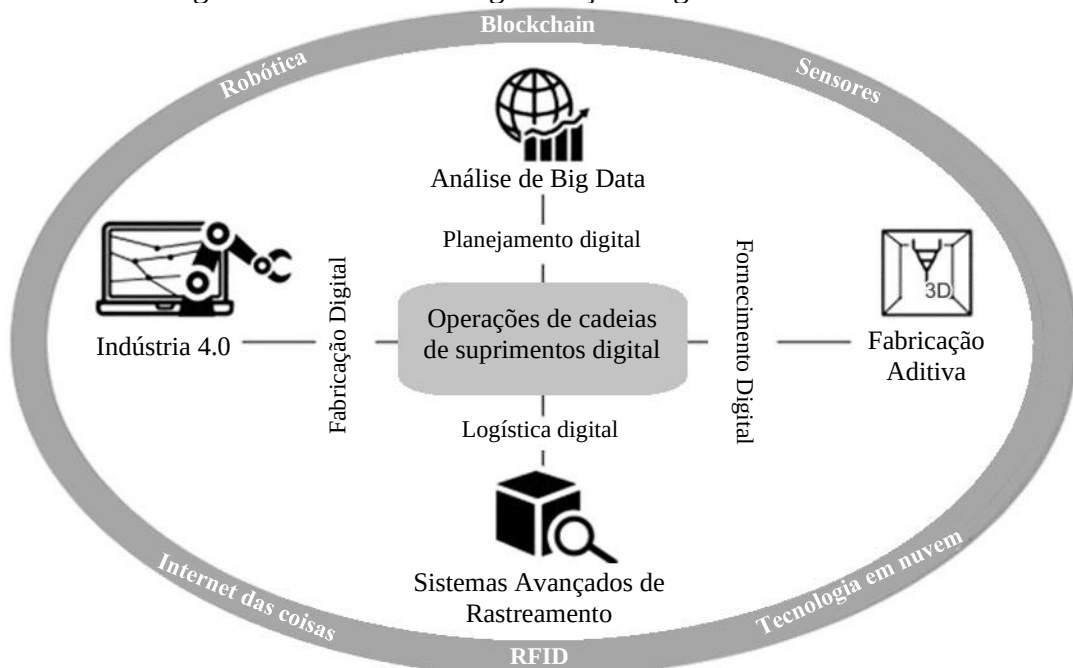
conclusão

RISCO	DIRECIONAMENTO DO RISCO
Suprimentos	- Risco cambial - Porcentagem de componentes/ matéria-prima chave de uma única fonte de fornecimento - Utilização de capacidade de toda a indústria - Contratos de longo prazo X contratos de curto prazo
Recebíveis	- Número de clientes - Força financeira de clientes
Estoque	- Taxa de obsolescência de materiais - Custo de manutenção de estoques - Valor do produto - Incertezas na demanda e nos suprimentos
Capacidade	- Custo de capacidade - Flexibilidade de capacidade

Fonte: Adaptado de Rice e Caniato (2003, p. 23).

Os riscos e seus impactos na CS, demonstrados no Quadro 7, revelam potenciais ameaças, com capacidade de desestabilizar e até mesmo influenciar no desempenho dessas cadeias (Pettit; Fiksel; Croxton, 2010; 2013; Rajesh; Ravi, 2015b; Hosseini; Barker, 2016; Ali; Mahfouz; Arisha, 2017). A Figura 7 apresenta a estrutura de digitalização da gestão de risco na cadeia de suprimentos, ressaltando a importância das tecnologias digitais para, nesse sentido, fornecer um aumento do nível da SCRE e da eficácia da gestão de riscos (Ma *et al.*, 2023; Nitsche *et al.*, 2023; M.-C. Schmidt *et al.*, 2023).

Figura 7 - Estrutura de digitalização da gestão de risco de SC



Fonte: Adaptado de Ivanov *et al.* (2019a, p. 6).

Diversos riscos podem afetar a estabilidade da CS, permitindo que a digitalização emerge como uma estratégia fundamental para mitigar tais desafios (Bag *et al.*, 2023a; 2023b; Li *et al.*, 2023; Zhao; Li, 2023). Contudo, diferentes abordagens podem ser atribuídas às tecnologias no sentido de promoção da SCRE, sendo algumas delas:

- (1) Digitalização da gestão de riscos – Através da aplicação de tecnologias digitais, como *Big Data Analytics* (BDA), *Internet of Things* (IoT), *Blockchain* e *Machine Learning*, as empresas têm a capacidade de coletar, analisar e interpretar grandes volumes de dados em tempo real (Azadi *et al.*, 2023; Choi *et al.*, 2023; Dash *et al.*, 2023). A visibilidade aprimorada da cadeia de suprimentos permite a detecção precoce de potenciais riscos e a implementação de medidas corretivas proativas (Ivanov *et al.* 2019b; Margherita; Nasiri; Papadopoulos, 2023; Bag *et al.*, 2023a; 2023b).
- (2) Rupturas no fluxo de materiais – A digitalização pode desempenhar um papel crucial na mitigação de riscos relacionados a rupturas no fluxo de materiais (Brusset; Teller, 2017b; Prakash *et al.*, 2017; Sa, 2017). Através do monitoramento em tempo real, as empresas podem identificar desastres naturais, disputas trabalhistas ou falência de fornecedores e agir rapidamente para acionar fontes alternativas de fornecimento (Li *et al.*, 2023; (Ivanov *et al.* 2019b; Margherita; Nasiri; Papadopoulos, 2023; Zhao; Li, 2023).
- (3) Previsão de demanda – A acurácia na previsão de demanda é essencial para evitar efeitos chicote na cadeia de suprimentos (Dubey *et al.*, 2019; Choi *et al.*, 2023; Dash *et al.*, 2023). Com o uso de algoritmos de *Machine Learning* e análises preditivas, as empresas podem aprimorar suas previsões de demanda e antecipar flutuações sazonais, garantindo o abastecimento adequado de produtos, reduzindo custos de estoque (Azadi *et al.*, 2023; Bag *et al.*, 2023; Nitsche *et al.*, 2023).
- (4) Controle da propriedade intelectual – A digitalização da gestão de riscos também aborda questões relacionadas ao controle da propriedade intelectual (Rajesh; Ravi, 2015b; Ali; Mahfouz; Arisha, 2017; Shin; Park, 2021). Com a utilização de tecnologias como *blockchain*, as empresas podem garantir a integridade e segurança de informações confidenciais em sua cadeia de suprimentos, evitando vulnerabilidades e vazamentos (Azadi *et al.*, 2023; Choi *et al.*, 2023; Dash *et al.*, 2023).
- (5) Suprimentos e capacidade – No contexto global de suprimentos, a digitalização permite monitorar riscos cambiais e diversificar fontes de fornecimento para reduzir a dependência de uma única fonte (Alves Ferreira, 2017; Karl *et al.*, 2018; Adobor, 2020). Além disso, as análises de capacidade e flexibilidade auxiliam na otimização dos

recursos disponíveis para enfrentar demandas flutuantes (Ivanov; Dolgui, 2019c; Ma, *et al.*, 2023; Schmidt *et al.*, 2023).

Assim, a digitalização da gestão de riscos na CS abre caminho para o ganho de resiliência, eficiência e na competitividade das empresas, permitindo a adoção de tecnologias no sentido de detectar riscos, tomar decisão, desenvolver estratégia de forma eficiente e eficaz ao cenário atual (Ivanov *et al.*, 2017; Bag *et al.*, 2023a; 2023b; Li *et al.*, 2023; Nitsche *et al.*, 2023). Contudo, a SCRE é uma área de crescente interesse dentro da literatura e em âmbito organizacional, pois permite proporcionar vantagem competitiva e, ao mesmo tempo, é crucial para a sobrevivência das CS dentro do atual cenário (Rajesh; Ravi, 2015b; Ali; Mahfouz; Arisha, 2017; Ivanov, 2017; Ivanov *et al.* 2019a; Khalid *et al.*, 2021).

2.2.4 Avaliação da resiliência das cadeias de suprimento

Dada a relevância já estabelecida da SCRE para as cadeias de suprimentos, é imperativo dispor de métricas robustas para a sua aferição (Tomlin, 2006; Fawcett *et al.*, 2014; Kamble; Gunasekaran; Arha, 2019). O estudo de Chowdhury e Quaddus (2017a) revela um conjunto de métricas que captam a complexa essência da SCRE, permitindo uma avaliação multifacetada e dinâmica (Rosenzweig; Roth; Dean, 2003; Colicchia; Dallari; Melacini, 2010; Zaoui *et al.*, 2023).

As métricas desenvolvidas com base na teoria das capacidades dinâmicas (DCV) equipam as organizações para avaliar e aprimorar suas capacidades de resposta às interrupções. Originária de Teece, Pisano e Shuen (1997), a teoria sugere que a vantagem competitiva reside na habilidade de uma empresa para transformar e revitalizar sua capacidade de resposta a ambientes de negócios voláteis (Belhadi *et al.*, 2022; Chari *et al.*, 2022; Raj *et al.*, 2022). No contexto da SCRE, esta teoria é crucial, visto que a capacidade de antecipar, de se adaptar e de se recuperar de perturbações define a continuidade operacional e o êxito sustentável (Chowdhury; Quaddus, 2017c; Pu *et al.*, 2023).

A DCV oferece uma lente estratégica para entender a adaptabilidade das cadeias de suprimentos diante de disrupções. Segundo Belhadi *et al.* (2022), as empresas podem sustentar sua vantagem competitiva através da habilidade de antecipar mudanças, capturar oportunidades e reconfigurar operações (Chari *et al.*, 2022; Raj *et al.*, 2022; Pu *et al.*, 2023). Estas capacidades essenciais, como detecção, captura e reconfiguração, são particularmente cruciais para a gestão da cadeia de suprimentos, em que eficiência operacional, agilidade e flexibilidade são imperativas para a resiliência (Chowdhury; Quaddus, 2017c; Belhadi *et al.*, 2022).

A detecção se alinha com a visibilidade e aprendizado contínuos sobre ameaças e oportunidades; a captura exige decisões ágeis para aproveitar oportunidades emergentes; e a reconfiguração envolve a remodelagem de recursos para manter a relevância operacional em meio a turbulências do mercado (Rosenzweig; Roth; Dean, 2003; Fawcett *et al.*, 2014; Shah *et al.*, 2020). Juntas, estas capacidades formam o arcabouço para desenvolver métricas de resiliência que vão além da resposta a interrupções, focando também na preparação e na adaptabilidade para desafios futuros, assegurando a continuidade e o sucesso a longo prazo das cadeias de suprimentos (Kleindorfer; Saad, 2005; Choi; Krause, 2006; Craighead *et al.*, 2007).

A teoria das capacidades dinâmicas proporciona uma base sólida para a construção de métricas de resiliência em cadeias de suprimentos, enfatizando a importância de antecipar mudanças, capturar oportunidades e reconfigurar recursos em resposta a ambientes voláteis (Teece, 2007; 2019). As métricas validadas por Chowdhury; Quaddus (2017a) incorporam esta teoria ao estabelecer três construtos essenciais: capacidade proativa, capacidade reativa e qualidade do *design* da cadeia de suprimentos. Estes construtos refletem diretamente as capacidades de detecção, captura e reconfiguração propostas por Teece (2007), abrangendo desde a identificação precoce de potenciais perturbações até a capacidade de resposta e a agilidade para se adaptar e evoluir diante de desafios futuros (Rosenzweig; Roth; Dean, 2003; Akter *et al.*, 2013; Narassima *et al.*, 2023). Cada Construto foi, nesse sentido, adequadamente definido com base na literatura, oferecendo o conceito adotado, admitindo-se uma cadeia de suprimentos resiliente, adaptável e capaz no enfrentamento das complexidades do mercado contemporâneo.

- (1) Capacidades proativas: competência associada a antecipação às disrupções, focando em flexibilidade, capacidade de reserva e robustez, possibilitando a prevenção e a adaptação rápida a novos riscos, com destaque na comunicação, colaboração e visibilidade como fatores-chave (Jüttner; Maklan, 2011; Tenhiälä; Salvador, 2014; Woods *et al.*, 2016; Abou Kamar *et al.*, 2023).
- (2) Capacidades reativa: competências associadas à agilidade para mitigar impactos imediatos e à habilidade de reestabelecer operações normais, minimizando tempo e custos de recuperação, além da velocidade de resposta, considerando esforço e custo associados à recuperação, contribuindo para a competitividade e sustentabilidade a longo prazo (Ponomarov; Holcomb, 2009; Vugrin; Warren; Ehlen, 2011; Chowdhury; Quaddus, 2017b).
- (3) Qualidade do *design* da cadeia de suprimentos: competências associadas ao desenho da rede equilibrando a densidade de nós e complexidade da rede, minimizando pontos críticos

vulneráveis, em que as estratégias como diversificação de fornecedores e canais alternativos de distribuição são fundamentais para reforçar a resiliência (Falasca; Zobel; Cook, 2008; Bozarth *et al.*, 2009; Ponis; Koronis, 2012; Chowdhury; Quaddus, 2017b). A partir dos construtos apresentados, foi possível elaborar o Quadro 8.

Quadro 8 - Métricas e construtos

MÉTRICA (original)	MÉTRICA (adotada)	CONSTRUTO	REFERÊNCIAS
<i>Our buyers are not concentrated to specific geographic region</i>	Nossos compradores não estão concentrados em uma região geográfica específica	Qualidade do <i>Design</i> da CS	Kleindorfer e Saad (2005); Choi e Krause (2006); Tomlin (2006); Craighead <i>et al.</i> (2007); Falasca, Zobel e Cook (2008); Colicchia, Dallari e Melacini, (2010); Chowdhury e Quaddus (2017a)
<i>We select suppliers from diversified region (alternative supplier) to avoid the risk of supply in specific area</i>	Selecionamos fornecedores de diversas regiões (fornecedores alternativos) para evitar o risco de fornecimento em uma área específica		Kleindorfer e Saad (2005); Choi e Krause (2006); Tomlin (2006); Craighead <i>et al.</i> (2007); Falasca, Zobel e Cook (2008); Colicchia, Dallari e Melacini, (2010); Chowdhury e Quaddus (2017a)
<i>We are not critically dependent on specific supplier</i>	Não dependemos criticamente de fornecedores específicos		Chowdhury e Quaddus (2017a)
<i>We have the ability to detect SC disruptions quickly</i>	Temos a capacidade de detectar interrupções na SC rapidamente	Reatividade da CS	Chowdhury e Quaddus (2017a)
<i>We can respond quickly to disruptions</i>	Podemos responder rapidamente a interrupções		Chowdhury e Quaddus (2017a)
<i>We get recovery in short time</i>	Conseguimos a recuperação em um curto período		Chowdhury e Quaddus (2017a)
<i>We have flexibility in production in terms of volume of order and production schedule</i>	Temos flexibilidade na produção em termos de volume de pedidos e cronograma de produção	Proatividade da CS	Swafford, Ghosh e Murthy (2006); Braunscheidel e Suresh (2009); Chowdhury e Quaddus, (2017a)
<i>We have back up capacity for machinery, parts and logistical supports</i>	Temos capacidade de <i>backup</i> de máquinas, peças e suporte logístico		Pettit, Fiksel e Croxton (2013); Chowdhury, Quaddus (2017b)
<i>We share information with supply chain partners</i>	Compartilhamos informações com parceiros da CS	Proatividade da CS	Braunscheidel e Suresh (2009); Pettit <i>et al.</i> (2013); Chowdhury e Quaddus (2017b)

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Compreendendo a importância dos construtos Capacidade Proativa, Capacidade Reativa e Qualidade do *Design* da Cadeia de Suprimentos, percebe-se a preocupação com a resiliência em cadeias de suprimentos, conforme concebida na teoria das capacidades dinâmicas (Rosenzweig; Roth; Dean, 2003; Fawcett *et al.*, 2014; Shah *et al.*, 2020). Eles permitem às organizações não só responder a perturbações imediatas, mas também a se preparar e se adaptar a futuras disrupções de maneira estratégica e sustentável (Choi; Krause, 2006; Craighead *et al.*, 2007; Colicchia; Dallari; Melacini, 2010).

O Quadro 8 detalha as métricas específicas identificadas no estudo empírico de Chowdhury e Quaddus (2017a). Estas métricas permitem avaliar cada um dos construtos discutidos, refletindo a complexa inter-relação entre as capacidades operacionais e estratégicas das cadeias de suprimentos e sua resiliência (Falasca; Zobel; Cook, 2008; Mwangi; Kiiru, 2021; Chowdhury *et al.*, 2023). As métricas abrangem uma gama de indicadores, desde a prontidão para detectar e reagir a potenciais disrupções até a capacidade de adaptar e reconfigurar os recursos da cadeia de suprimentos de maneira eficaz (Swafford; Ghosh; Murthy, 2006; Abou Kamar *et al.*, 2023; Mazzoni, 2023).

O Quadro 8 apresenta métricas identificadas por Chowdhury e Quaddus (2017b), para aplicação no contexto do mercado brasileiro. Estas métricas, fundamentadas na literatura, proporcionam a captura dos construtos-chave relacionados à SCRE. As métricas utilizadas podem ser detalhadas como:

- (1) **Nossos compradores não estão concentrados em uma região geográfica específica:** os compradores estão espalhados por diversas localidades, reduzindo a vulnerabilidade associada a interrupções específicas em uma região (Choi; Krause, 2006; Tomlin, 2006; Chowdhury; Quaddus, 2017a).
- (2) **Selecionamos fornecedores de diversas regiões (fornecedores alternativos) para evitar o risco de fornecimento em uma área específica:** diversificação dos fornecedores mitiga o risco associado a depender de uma única fonte, reduzindo a susceptibilidade a interrupções (Kleindorfer; Saad, 2005; Craighead *et al.*, 2007; Falasca; Zobel; Cook, 2008).
- (3) **Não dependemos criticamente de fornecedores específicos:** a independência de um fornecedor minimiza a vulnerabilidade, garantindo que a CS seja impactada por interrupções que afetam um fornecedor específico (Chowdhury; Quaddus, 2017a).
- (4) **Temos a capacidade de detectar interrupções na SC rapidamente:** a CS identifica prontamente interrupções, permitindo implementar medidas e resposta a tempo, minimizando o impacto de interrupções na CS (Chowdhury; Quaddus, 2017a).

- (5) **Podemos responder rapidamente a interrupções:** capacidade de resposta rápida é essencial para implementar estratégias eficazes que abordem e mitiguem os efeitos de interrupções de forma ágil (Chowdhury; Quaddus, 2017a).
- (6) **Conseguimos a recuperação em um curto período:** a capacidade de atingir uma rápida recuperação indica a SCRE e sua capacidade de retomar as operações normais prontamente após um distúrbio (Chowdhury; Quaddus, 2017a).
- (7) **Temos flexibilidade na produção em termos de volume de pedidos e cronograma de produção:** flexibilidade para acomodar diferentes volumes por meio da capacidade de ajuste a flutuações na demanda (Pettit; Fiksel; Croxton, 2013; Chowdhury; Quaddus, 2017b).
- (8) **Temos capacidade de *backup* de máquinas, peças e suporte logístico:** existência de planos de contingência e recursos de *backup* para garantir a continuidade diante de interrupções inesperadas (Chowdhury; Quaddus, 2017a).
- (9) **Compartilhamos informações com parceiros da CS:** compartilhamento de informações entre parceiros aprimoram a SCRE (Braunscheidel; Suresh, 2009; Pettit; Fiksel; Croxton, 2013; Chowdhury; Quaddus, 2017b).

Estas métricas oferecem aos gestores de CS ferramentas para avaliar e melhorar a resiliência de suas operações, identificar pontos de melhoria, desenvolver estratégias para mitigar riscos e fortalecer sua capacidade de adaptação a um ambiente de negócios cada vez mais incerto e desafiador em diferentes fases apresentadas por Ali, Mahfouz e Arisha (2017) da SCRE (Mwangi; Kiiru, 2021; Chowdhury *et al.*, 2023; Zavala-Alcívar *et al.*, 2023). Assim, o estudo empírico de Chowdhury e Quaddus (2017a) para o campo da SCRE fornece um conjunto de métricas validadas que podem ser empregadas para uma análise detalhada da resiliência em cadeias de suprimentos (Braunscheidel; Suresh, 2009; Gu *et al.*, 2023; Zavala-Alcívar *et al.*, 2023).

2.3 Tecnologia *Blockchain*

A natureza imutável da tecnologia *blockchain*, em que as transações registradas não podem ser alteradas ou mesmo apagadas, proporciona às cadeias de suprimentos um aumento de segurança e abre possibilidades de agilidade, automatização e confiabilidade na gestão de contratos e acordos entre diferentes parceiros interconectados (Ivanov, 2020; Oztemel; Gursev, 2020; Kouhizadeh; Saberi; Sarkis, 2021). Além disso, esta capacidade tem impactos profundos na diminuição de erros e fraudes, bem como, na quantidade de intermediários e verificações

manuals, refletindo, ao mesmo tempo, em curso e na resiliência das cadeias de suprimentos (Chamola *et al.*, 2020; Zahed Benisi; Aminian; Javadi, 2020).

Por trabalhar de forma consensual, em que os participantes da CS devem entrar em acordo, revela uma característica relevante a CS é o descentralização, eliminando a dependência de uma autoridade central e dominadora, trazendo flexibilidade e rapidez (Oztemel; Gursev, 2020; Pournader *et al.*, 2020). Esta característica em particular se agrega fato de a tecnologia trabalhar como um livro razão compartilhado e distribuído, podendo ou não ser controlado por um único participante ou distribuído entre diferentes grupos, dependendo, assim, da forma que melhor atende determinada cadeia (Christidis; Devetsikiotis, 2016; Kosba *et al.*, 2016; Zheng *et al.*, 2017; Salah *et al.*, 2019).

Apesar das promessas, o uso do *blockchain* nas CS enfrenta desafios e limitações. A escalabilidade é um ponto crítico, pois a rede pode se tornar mais lenta à medida em que o número de transações aumenta (Huang; Wu; Long, 2018; Ivanov *et al.*, 2019b; Collart; Canales, 2022). Outros desafios incluem:

- (1) **Alto custo de energia:** O funcionamento da *blockchain* demanda alto consumo de energia, o que pode elevar significativamente os custos operacionais, podendo tornar o uso da tecnologia inviável em empresas com orçamento limitado ou margens de lucro menores (Dubey *et al.*, 2020; Nandi *et al.*, 2020; Hervani *et al.*, 2022).
- (2) **Necessidade de infraestrutura robusta:** O *blockchain* exige equipamentos com alto poder de processamento e armazenamento de dados, o que impacta os custos de implementação e manutenção (Nandi *et al.*, 2021; Charles; Emrouznejad; Gherman, 2023; Gupta *et al.*, 2023).
- (3) **Interoperabilidade:** A integração da *blockchain* com diferentes plataformas ainda é um desafio, exigindo padronização e compatibilidade para garantir a troca de informações, o que por sua vez pode causar atraso ou inviabilidade de implementação (Azmi *et al.*, 2022; Collart; Canales, 2022; Kazancoglu *et al.*, 2023).
- (4) **Estabilidade:** O aumento do tempo de processamento das transações pode desmotivar empresas a adotarem a tecnologia (Ivanov *et al.*, 2019b; Asante *et al.*, 2023; Dolgui; Ivanov, 2020).

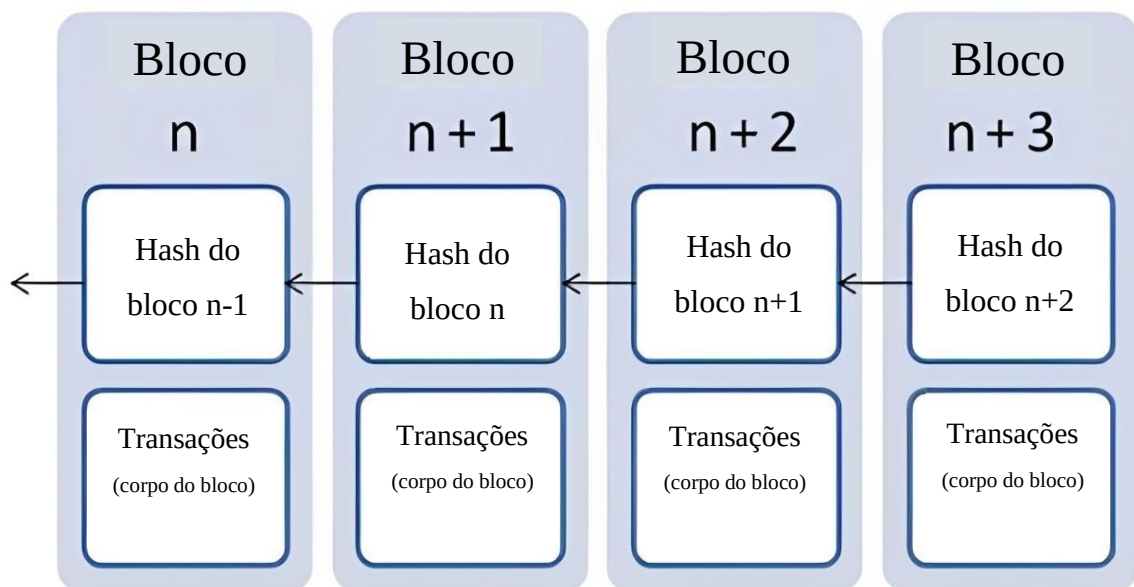
Está na interoperabilidade ao ser integrado a diferentes plataformas, requerendo padronização e compatibilidade para garantir a troca de informações, o que nem sempre é disponível (Ivanov *et al.*, 2019; Lohmer; Bugert; Lasch, 2020; Rejeb *et al.*, 2022a; 2022b). Tais

barreiras e desafios tornam a tecnologia BC não aplicável a todas as organizações, visto que, em algumas circunstâncias, são inviáveis (Gao *et al.*, 2022; Giri, Madan; Varma, 2023).

Como a forma de armazenamento de informações não é centralizada, a tecnologia *blockchain* é conhecida também como banco de dados distribuídos em uma rede ponto a ponto, funcionando com blocos interligados e seguros por criptografia (Huang; Wu; Long, 2018; Dubey *et al.*, 2020; Rejeb *et al.*, 2022a; 2022b). Cada um dos blocos contém informações sobre transações que devem ser validadas com outros blocos, ou seja, somente será possível alterar as informações contidas nestes blocos se houver uma mudança de todos os demais blocos espalhados.

Os blocos gravam conjuntos de dados de uma transação, sendo constituído por duas partes distintas, como demonstrado na Figura 8: uma com cabeçalho contendo dados de identificação e outra com conteúdo armazenado. Além das duas partes, há o *hash* que funciona como um código de identificação, que é único para cada um dos blocos, permitindo o encadeamento destes, ou seja, como o bloco é imutável, transações posteriores são gravadas em outros blocos, estando eles em cadeia, havendo a possibilidade de rastreamento das informações contidas nos demais blocos. Em outras palavras, todo histórico imutável é rastreável (Queiroz; Telles; Bonilla, 2019; Magalhães *et al.*, 2021).

Figura 8 - Perspectiva esquemática da estrutura do BC



Fonte: Adaptado de Queiroz, Telles e Bonilla (2019, p. 4).

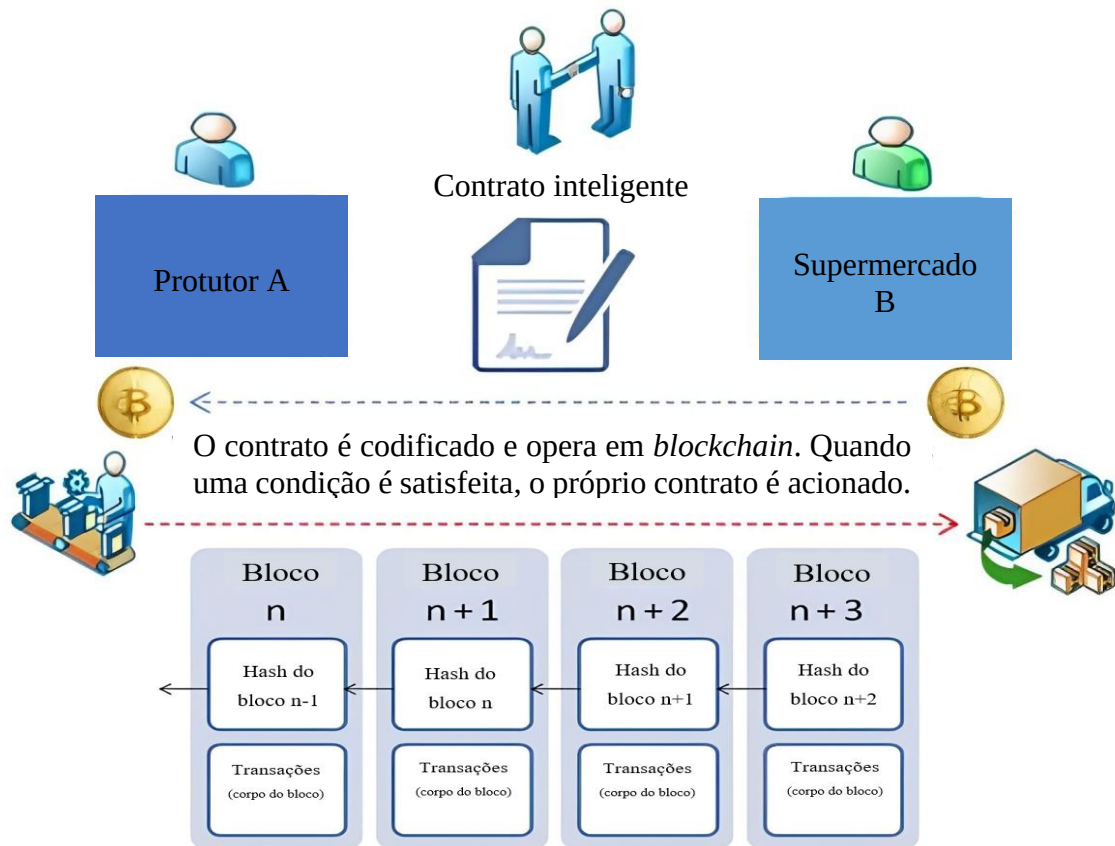
A segurança da informação contida em cada um dos blocos está no consenso entre as partes, que é obtida por meio de um protocolo, existindo inúmeros no mercado. Exemplo disso é o *proof-of-works* (PoW), utilizado como prova de trabalho e o *proof-of-stake* (PoS), como prova de participação (Huang; Wu; Long, 2018; Kouhizadeh *et al.*, 2019; Lins; de Moraes, 2021). Contudo, a aplicação destes conceitos têm ampla aderência a diversos tipos de segmentos e setores da economia (Cui; Idota, 2018; Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019b; Asante *et al.*, 2023).

Diante das qualidades e possibilidades da tecnologia *blockchain*, esta pode representar um enorme potencial de aplicabilidade nas CS, influenciando tanto na redução da resiliência, quanto no aumento de eficiência (Ivanov, *et al.*, 2014; Dolgui *et al.*, 2018; Moosavi; Fathollahi-Fard; Dulebenets, 2022). Este aspecto é explicado devido aos grandes desafios das CS globais como alta complexidade, falta de transparência, atrasos logísticos, problemas de autenticidade, falta de rastreabilidade, divergências de informações, entre outras questões cruciais para atender a nova demanda social e econômica (Chopra; Sodhi, 2014; Lambert; Enz, 2017; Inman; Green, 2023).

Contrato inteligente ou *smart contracts* é um programa computacional que automatiza a execução de um contrato entre duas ou mais partes, oferecendo vantagens como redução de custo, aumento da eficiência e eliminação de intermediários (Treiblmaier; Beck, 2019; Oztemel; Gursev, 2020; Giri, Madan; Varma, 2023). Estes contratos inteligentes fazem o uso da tecnologia BC, armazenando os dados em blocos, sendo um dos usos desta tecnologia (Abeyratne; Monfared, 2016; Doe *et al.*, 2023; Mirzadeh *et al.*, 2023).

A Figura 9 apresenta um exemplo de contrato inteligente entre um mercado B e o produtor A. O contrato inteligente automatiza a execução de um acordo entre as duas partes, garantindo a segurança e a confiabilidade da transação (Queiroz; Telles; Bonilla, 2019). O novo bloco gerado pelo contrato está encadeado ao *blockchain*, permitindo o rastreamento de todas as transações passadas (He; Yin, 2021; Shoaib; Lim; Wang, 2020; Bhatia; Gangwani, 2023).

Figura 9 - Contratos inteligentes na SC (perspectiva esquemática)



Fonte: Queiroz, Telles e Bonilla, (2019, p. 4).

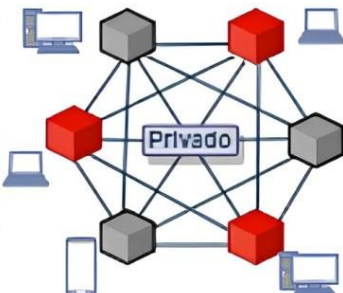
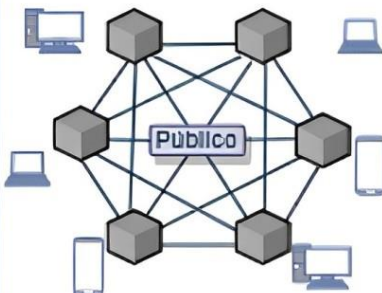
Neste sentido, o *blockchain* se diferencia da forma tradicional nas transições e armazenamento de informações em que, tradicionalmente, as informações dessas transações, muitas vezes, eram geradas e guardadas em um banco de dados central, contando com uma única autoridade, em que era depositada toda a confiança, porém, tinha sua segurança ameaçada de diferentes formas, sendo elas internas ou externas (Androulaki *et al.*, 2018; Saberi *et al.*, 2019b). A tecnologia elimina a centralização, dificultando a alteração das informações, em que transações e contratos são gerados apenas pelo consenso e distribuídos na rede (Li *et al.*, 2020; Lu *et al.*, 2020).

Dentro das CS, a descentralização também exerce relevante papel no ganho de segurança e eficiência, em que cada vez que uma transação é feita, o registro via *blockchain* é distribuído, não podendo ser alterado, proporcionando, assim, a possibilidade de autenticidade ao longo da cadeia, evitando fraudes, erros e, principalmente, eliminando intermediários por simplificar as trocas de informações (Ivanov, 2020; Pournader *et al.*, 2020). Os contratos inteligentes também proporcionam agilidade ao processo, facilitando e permitindo rapidez e

segurança que a tecnologia traz nessas transações (Chamola *et al.*, 2020; Oztemel; Gursev, 2020).

Uma rede com tecnologia *blockchain* pode ser de duas formas: pública ou privada. Nas redes públicas, também conhecidas como *blockchain* não permissionado, o acesso é aberto a qualquer pessoa ou empresa e funciona basicamente pelo protocolo de consenso, de forma anônima (Zheng *et al.*; 2017; Maddikunta *et al.*, 2022; Treiblmaier; Beck, 2019). Por outro lado, o *blockchain* privado, conhecido como permissionado, tem uma característica mais fechadas, em que os usuários devem ser autenticados e autorizados a realizarem as transações, os contratos (Lim *et al.*, 2020; Giri, Madan; Varma, 2023), como demonstrado na Figura 10.

Figura 10 - Blockchain privado x blockchain público

 Nó simples: apenas inicia ou recebe uma transação		
 Nó validador: valida, inicia ou recebe transações		
Acesso à rede	Necessita de autorização	Acesso aberto
Quem regulamenta	Legislações e regulações	Protocolos de consenso
Quem são os validadores	Grupo pré-selecionado	Anônimos
Potenciais aplicações	Ambientes corporativos	Aplicações abertas

Fonte: Magalhães *et al.* (2021, p. 173).

A tecnologia BC pode aprimorar a CS fortalecendo a SCRE devido a sua capacidade de oferecer um sistema descentralizado, transparente e seguro para os registros de transações de informações, permitindo maior nível de rastreabilidade das informações, transparência em todas as partes da CS, segurança nas transações e eficiência por reduzir processos manuais (Fiuza, 2019; Musamih *et al.*, 2021 Agung; Handayani, 2022). Por outro lado, há desafios a serem enfrentados como interoperabilidade na tecnologia na operação de grandes volumes, visto sua característica de agrupamento de blocos, o que torna alguns processos ineficientes ou até mesmo inviáveis, além dos altos custos com energia entre outros (Doe *et al.*, 2023; Giri, Madan; Varma, 2023; Mirzadeh *et al.*, 2023).

2.3.1 História do *blockchain*

A história remonta à busca de armazenar dados e registros de forma eficiente, segura e confiável, indo desde as primeiras tábuas de argila, na Mesopotâmia, até os sistemas digitais atuais, com surgimento de diferentes tecnologias ao longo do tempo (Fiuza, 2019; Mattos; Abouchedid; Silva, 2020). Neste contexto, a tecnologia *blockchain* representa uma inovação disruptiva no sistema de armazenamento de registro, tendo o potencial de revolucionar diversos setores da economia e da vida social (Fiuza, 2019; Mattos; Abouchedid; Silva, 2020; Musamih *et al.*, 2021; Agung; Handayani, 2022).

O início da tecnologia BC foi no ano de 2008, com a publicação do *white paper* do Bitcoin por Nakamoto (2008), em houve a primeira aplicação com o Bitcoin, em resposta à crise financeira global do mesmo ano, objetivando a criação de um sistema monetário descentralizado e transparente (Wątopek *et al.*, 2021; Das *et al.*, 2022). Naquele ano, grandes instituições financeiras concederam empréstimos de forma imprudente, resultando em uma inadimplência generalizada no mercado, afetando praticamente o mundo todo (Nakamoto, 2008; Kakarlapudi; Mahmoud, 2021; Faustino; Faria; Marques, 2022).

A crise evidenciou as limitações do modelo de poder centralizado, concentrado nas mãos de poucas instituições (Agung; Handayani, 2022; Das *et al.*, 2022; Lin *et al.*, 2021). A falta de transparência, a suscetibilidade, a manipulações e a busca por auto favorecimento por parte dos detentores do poder criaram a necessidade de novas soluções, visto que outras crises surgiram além da de 2008. Algumas delas foram:

- (1) **Crise do petróleo de 1973:** A crise do petróleo de 1973 foi causada pela guerra entre Israel e os países árabes. A crise levou a um aumento vertiginoso do preço do petróleo, o que causou uma recessão global (Rodríguez, 2022; Saito *et al.*, 2022).
- (2) **Crise da Dívida na América Latina:** A década de 1980 foi marcada por uma série de crises de endividamento em países latino-americanos, como México, Brasil e Argentina. A principal causa foi a combinação de empréstimos externos imprudentes, altas taxas de juros internacionais e políticas econômicas inadequadas. A crise resultou em hiperinflação, recessão e instabilidade social em diversos países (Saito *et al.*, 2022; Restrepo-Echavarría, 2024).
- (3) **Crise do Peso Mexicano:** Em 1994, o peso mexicano desvalorizou drasticamente, levando a uma crise financeira que afetou todo o país. A crise foi causada por uma série de fatores, incluindo a fuga de capital, o *déficit* em conta corrente e a falta de confiança na política econômica do governo (Kóczán; Loyola, 2021; Perng, 2022).

- (4) **Crise das Empresas Pontocom:** No início dos anos 2000, a bolha especulativa das empresas pontocom estourou, levando à falência de diversas empresas do setor de tecnologia. A crise foi causada por uma série de fatores, como o investimento excessivo em empresas com modelos de negócios insustentáveis e a especulação no mercado de ações (Teeter; Sandberg, 2017).
- (5) **Crise Financeira Global:** A crise de 2008 foi a mais grave crise econômica desde a Grande Depressão da década de 1930. A crise foi causada por uma série de fatores, incluindo a bolha imobiliária nos Estados Unidos, a crise dos *subprimes* e a falta de regulamentação do mercado financeiro (Musamih *et al.*, 2021; Wątopek *et al.*, 2021 Agung; Handayani, 2022).
- (6) **Crise do Euro:** A crise do euro começou em 2010, com a Grécia enfrentando uma grave crise de endividamento. A crise se espalhou para outros países da zona do euro, como Portugal, Irlanda e Espanha. A crise foi causada por uma série de fatores, incluindo a alta dívida pública, o déficit em conta corrente e a falta de competitividade das economias dos países afetados (Aharon; Umar; Vo, 2021; Karadima; Louri, 2021; Anokhin *et al.*, 2023).
- (7) **Crise da dívida da Grécia:** A crise da dívida da Grécia começou em 2010 e se prolongou por vários anos e foi causada por uma série de fatores, incluindo a alta dívida pública, o déficit em conta corrente e a falta de competitividade da economia grega (Economides; Papageorgiou; Philippopoulos, 2021; Karaliotas, 2021; Petrakos *et al.*, 2021).
- (8) **Crise da COVID-19:** A pandemia de COVID-19 causou uma grave crise econômica global em 2020. A crise foi causada pelas medidas de *lockdown*, que paralisaram a atividade econômica em diversos países. A crise levou a um aumento do desemprego, da pobreza e da desigualdade social (Lee *et al.*, 2018; Ivanov, 2022a; Leong; Howlett, 2022).

Assim, a tecnologia BC surgiu como uma resposta a fragilidade do sistema centralizado e controlado por autoridades mundiais, tornando o banco de dados imutável e descentralizado, distante do controle de governos e grandes organizações (Zheng *et al.*, 2017; Tanwar; Parekh; Evans, 2020). Neste sentido, o registro torna-se transparente, garantindo as seguintes características (Chen *et al.*, 2022; Taqui *et al.*, 2022; Doe *et al.*, 2023):

- (1) Imutabilidade - os registros no *blockchain* são permanentes e não podem ser modificados, garantindo a integridade das transações.
- (2) Segurança - a criptografia garante a segurança das transações e protege os dados dos usuários.

- (3) Descentralização: O *blockchain* não é controlado por nenhuma autoridade central, o que o torna mais resistente a manipulações e fraudes.

Embora 2008 seja considerado o marco inicial para a tecnologia *blockchain*, a influência de projetos e tecnologias desenvolvidas nos anos 1980 e 1990 revelou ao mundo a criptografia e sistemas distribuídos (Fiuza, 2019; Wątopek *et al.*, 2021; Das *et al.*, 2022). Alguns dos projetos e tecnologias (Nakamoto, 2008; Mattos *et al.*, 2020; Lin *et al.*, 2021; Musamih *et al.*, 2021) que antecederam o *blockchain* e contribuíram para o seu desenvolvimento incluem:

- (1) Sistemas de dinheiro digital: *DigiCash* e *eCash*, que utilizavam criptografia para garantir a segurança e a autenticidade das transações, mas não implementavam um sistema de livro-razão distribuído como o *blockchain*.
- (2) Pesquisas sobre consenso: o desenvolvimento de algoritmos de consenso, como o *Proof-of-Work* utilizado no *Bitcoin*, foi crucial para garantir a segurança e a confiabilidade do *blockchain*.
- (3) Sistemas de *timestamping*: permitem verificar a data e hora de um evento digital, garantindo a imutabilidade dos registros no *blockchain*.

Contudo, a compreensão desta tecnologia revolucionária mudou ao longo dos anos, adaptando-se a novas demandas e desafios (Iftekhar; Cui; Yang, 2021; Khanfar *et al.*, 2021). Assim diferentes tipos de *blockchain* foram surgindo, apresentando vantagens e inovações, aumentando as possibilidades e apresentação soluções a novos problemas da sociedade (Zheng *et al.*, 2017; Barker *et al.*, 2020):

- (1) **Blockchain 1.0** - representa a gênese da tecnologia *blockchain*, com foco quase exclusivo na criação de uma moeda digital descentralizada (Dinh *et al.*, 2018; Taqui *et al.*, 2022). O *Bitcoin*, seu maior e mais icônico representante, não só introduziu o mundo ao conceito de criptomoedas, como também apresentou a ideia revolucionária de um livro-razão distribuído e imutável (Zheng *et al.*, 2017; Frizzo-Barker *et al.*, 2020). Esta inovação foi inspirada por tentativas anteriores de criar sistemas de dinheiro digital, como os sistemas *ECash* das décadas de 1980 e 1990 (Iftekhar *et al.*, 2021; Mukherjee; Pradhan, 2021). Embora o potencial disruptivo do *blockchain* fosse evidente, sua aplicação em áreas como cadeias de suprimentos ainda estava muito além do horizonte (Barker *et al.*, 2020; Iftekhar; Cui; Yang, 2021; Mukherjee; Pradhan, 2021). Esta fase inicial do desenvolvimento do *blockchain* estabeleceu as bases para futuras inovações e abriu novas possibilidades para a tecnologia.

(2) Blockchain 2.0 - representou um avanço significativo na evolução da tecnologia *blockchain*, expandindo seu escopo para além das simples transações de criptomoedas (Siris *et al.*, 2019; Egala *et al.*, 2023). O grande destaque desta fase foi a incorporação dos contratos inteligentes, que possibilitaram a automação de processos e acordos de forma descentralizada e sem a necessidade de intermediários (Barker *et al.*, 2020; Egala *et al.*, 2023).

(3) Blockchain 3.0 - O *Blockchain 3.0* é a terceira fase de desenvolvimento desta tecnologia, cujo principal objetivo é resolver problemas persistentes associados ao *blockchain*, como interoperabilidade, escalabilidade e questões de privacidade (Cheng *et al.*, 2021; Aladi *et al.*, 2019). Uma das inovações marcantes desta era é a implementação do *blockchain* em cadeias de suprimentos (Mohamed; Jaroodi, 2019; Cheng *et al.*, 2021).

O *Blockchain 4.0* representa a vanguarda da tecnologia *blockchain*, com sua aspiração de integrar profundamente o *blockchain* no mundo empresarial e promover sua ampla adoção em aplicações tradicionais (Zheng *et al.*, 2018; Lim *et al.*, 2020; Lai; Wang; Chiu, 2021). Esta tecnologia oferece a promessa de automações mais inteligentes, rastreamento em tempo real e integrações mais fluidas com outras tecnologias disruptivas, como a IoT e Inteligência Artificial (IA) (Bodkhe *et al.*, 2020; Chen *et al.*, 2022).

Com estas capacidades avançadas, as empresas podem esperar uma visibilidade sem precedentes de suas operações de fornecimento, resultando em otimizações mais eficientes, maior confiança entre as partes e respostas mais rápidas a interrupções e alterações na cadeia (Bodkhe *et al.*, 2020; Moura; Brauner; Janissek-Muniz, 2020). O futuro do *Blockchain 4.0* nas cadeias de suprimentos é repleto de possibilidades, prometendo revolucionar a forma como as empresas operam e interagem em escala global (Cheng *et al.*, 2021; Mukherjee; Pradhan, 2021; Chen *et al.*, 2022).

Deste modo, ao longo de sua trajetória, o *blockchain* tem mostrado um crescimento e uma expansão notáveis em suas diferentes versões, expandindo seu potencial e alcance (Nagariya *et al.*, 2023; Pattanayak *et al.*, 2023). Isso permite que a tecnologia continue evoluindo e se adaptando às novas demandas e desafios do mundo em constante mudança (Mohamed; Al-Jaroodi, 2019; Bodkhe *et al.*, 2020; Cheng *et al.*, 2021; Doe *et al.*, 2023).

2.3.2 Tecnologia *blockchain*: potencializadores e barreiras de adoção

O século XXI, marcado por grandes transformações tecnológicas, regulatórias, flutuações econômicas e aumento de complexidade das cadeias fragmentadas, configurou um

ambiente competitivo e desafiador para as CS no mundo (Tsolakis *et al.*, 2021; Sengupta *et al.*, 2022; Kazancoglu *et al.*, 2023). Neste contexto, o dinamismo e a resiliência das cadeias são peças fundamentais na adaptação às adversidades e, principalmente, no sentido de maximização da eficiência (Nagariya *et al.*, 2023; Pattanayak *et al.*, 2023).

Assim, a tecnologia *blockchain*, por meio de seu registro distribuído, torna-se um divisor de águas na SCM, modificando a maneira como as informações são registradas e compartilhadas, revelando enormes possibilidades potencializadoras de eficácia e resiliência para as cadeias (Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019c; Hervani *et al.*, 2022; Rejeb *et al.*, 2022a; 2022b). Diferentes habilidades estão sendo aprimoradas com o uso da tecnologia, como a confiança, rastreabilidade, autenticidade das informações, integridade dos dados e eficiência na transmissão da informação, sendo, assim, uma promessa no enfrentamento dos atuais desafios da SCM (Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019b; Min, 2019; Chowdhury *et al.*, 2022).

Entre as promessas do *blockchain*, está a capacidade de gerar informações imutáveis, trazendo integridade, rastreabilidade e transparência à CS, atendendo as novas demandas de mercado e, principalmente, aumentando a integração da cadeia (Chamola *et al.*, 2020; Lim *et al.*, 2020). A descentralização das informações reduz erros e falhas, conferindo maior robustez, sendo o que torna a tecnologia uma escolha ideal dentro da atual realidade (Taqui *et al.*, 2022; Nagariya *et al.*, 2023).

Além disso, o potencial de automação por meio de contratos inteligentes é uma característica relevante de algumas implementações de *blockchain*, podendo desempenhar um papel crucial na otimização de processos dentro da CS, reduzido, em eficiência, nas operações (Pattanayak *et al.*, 2023). Sendo assim, a tecnologia não é apenas uma promessa de revolução dentro da indústria e na economia como um todo, ela tem potencial real sobre a resiliência e da maximização da eficiência das CS (Franke; Fischer, 2023; Raza *et al.*, 2023).

Em um mundo em que as interrupções são caras e, muitas vezes, imprevisíveis, equipar as CS com ferramentas que aumentem sua robustez e adaptabilidade não é apenas estratégico, mas vital (Xu *et al.*, 2018; Ivanov, 2020; Li *et al.*, 2020). No entanto, enquanto o *blockchain* tem um potencial considerável para revolucionar as CS, a tecnologia enfrenta desafios em sua implementação e adequação, no sentido de trazer às cadeias o real benefício (Lohmer; Bugert; Lasch, 2020; Rejeb *et al.*, 2022).

É imperativo abordar estas limitações para dar uma visão realista do que a tecnologia pode e não pode oferecer às SCM, além de que o *blockchain* pode apresentar desafios e vantagens em diferentes níveis, dependendo de cada cadeia (Bayramova; Edwards; Roberts,

2021; Montecchi; Plangger; West, 2021). Algumas das desvantagens notáveis incluem (Taqui *et al.*, 2022; Nagariya *et al.*, 2023; Pattanayak *et al.*, 2023):

- (1) **Escalabilidade:** A natureza descentralizada do *blockchain* significa que todas as transações devem ser verificadas por cada nó na rede. Isso pode tornar o *blockchain* menos escalável do que os sistemas centralizados, especialmente quando se trata de lidar com grandes volumes de transações.
- (2) **Consumo de energia:** Particularmente em *blockchains* baseados em prova de trabalho, como o Bitcoin, o consumo de energia é significativo, levantando preocupações ambientais.
- (3) **Imutabilidade:** Uma característica principal do *blockchain* é que, uma vez que os dados são adicionados, eles são praticamente imutáveis. Isso é benéfico em termos de integridade dos dados, mas pode ser problemático se houver necessidade de corrigir informações incorretas.
- (4) **Ineficiência:** Em determinadas situações, especialmente quando a rapidez das transações é primordial, os *blockchains* podem ser mais lentos em comparação com sistemas tradicionais.
- (5) **Segurança:** Embora os *blockchains* sejam geralmente seguros, não são invulneráveis. Vulnerabilidades específicas, como o ataque de 51%, ainda são preocupações legítimas.

Embora essas desvantagens sejam pontos válidos a serem considerados, muitos especialistas e profissionais do setor ainda veem um grande potencial no *blockchain* para aumentar a resiliência das cadeias de suprimentos, potencial esse que superaria tais limitações (Franke; Fischer, 2023; Raza *et al.*, 2023). Portanto, ponderar prós e contras ao avaliar a implementação dessa tecnologia, levando em conta as especificidades da cadeia examinada (Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019a; Tsolakis *et al.*, 2021a; Rejeb *et al.*, 2022a; 2022b), ao passo que existem riscos e custos envolvidos, os possíveis ganhos em termos de rastreabilidade, eficiência e transparência podem, na visão de muitos, justificar o investimento para determinados casos, cabendo o equilíbrio entre vantagens e desvantagens (Franke; Fischer, 2023).

2.3.3 Intenção de adoção da tecnologia *blockchain*

O Modelo Unificado de Aceitação e Uso de Tecnologia (UTAUT) se firmou como uma referência teórica fundamental para entender como usuários finais avaliam e decidem adotar tecnologias (Alalwan; Dwivedi; Rana, 2017; Karakas; Acar; Kucukaltan, 2021; Wong *et al.*,

2022). Formulado originalmente por Venkatesh *et al.* (2003), o modelo consolida e sintetiza elementos-chave de oito teorias prévias da literatura, oferecendo uma visão abrangente dos fatores comportamentais que moldam a aceitação tecnológica (Venkatesh *et al.*, 2003; Alalwan; Dwivedi; Rana, 2017; Han; Fang, 2023).

O UTAUT, assim, provê uma lente ampla e integradora para investigar as intenções e os padrões de uso das novas tecnologias pelas pessoas, unindo construtos e perspectivas complementares de diversos outros *frameworks* (Karakas; Acar; Kucukaltan, 2021; Gong *et al.*, 2022; Wong *et al.*, 2022). Com tal embasamento multicamadas, o modelo representou um avanço significativo para entender os determinantes psicológicos, culturais e contextuais por trás da adoção de inovações tecnológicas (Feki; Dudézert, 2023; Han; Fang, 2023; Peng *et al.*, 2023).

Neste contexto, o UTAUT procura compreender a intenção dos decisores dispostos a adotar a tecnologia *blockchain* em suas cadeias (Aste; Tasca; Di Matteo, 2017; Raut *et al.*, 2018). O modelo se caracteriza pela adaptabilidade e capacidade de integrar variáveis influenciadoras específicas a diferentes contextos culturais e econômicos (Mayer; Davis; Schoorman, 1995; Sung *et al.*, 2015; Alalwan; Dwivedi; Rana, 2017).

A compreensão da intenção dos decisores a respeito de implementar esta tecnologia torna a escolha pela versão adaptada do UTAUT, apresentada por Queiroz *et al.* (2021), uma decisão estratégica calcada na necessidade de um modelo que compreenda as variáveis comportamentais, visto seu grande poder de adaptação e leitura em diferentes culturas e economia (Gong *et al.*, 2022; Tian *et al.*, 2022; Han; Fang, 2023). O modelo sugere cinco construtos-chave para desvendar as complexidades comportamentais neste contexto (Venkatesh *et al.*, 2003; Queiroz *et al.*, 2021):

- (1) Condições em infraestrutura (*Facilitating Conditions*):** avalia a percepção dos decisores quanto à presença de infraestrutura organizacional e técnica que suporta a utilização do *blockchain*, abrangendo desde o suporte técnico até a legislação favorável e os padrões tecnológicos que simplificam a sua adoção e operacionalização efetiva.
- (2) Expectativa de desempenho (*Performance Expectancy*):** reflete a crença dos decisores de que o uso do *blockchain* proporcionará melhorias significativas no desempenho das operações da cadeia de suprimentos, otimizando aspectos críticos como eficiência e segurança.
- (3) Confiança (*Trust*):** Destaca a importância da confiança na adoção de novas tecnologias, sobretudo em uma que opere sob princípios de descentralização e imutabilidade, como o *blockchain*. Neste contexto, a confiança é medida pela percepção dos decisores sobre

a segurança, estabilidade e a confiabilidade do *blockchain* e a sua capacidade de proteção contra fraudes e outros riscos inerentes.

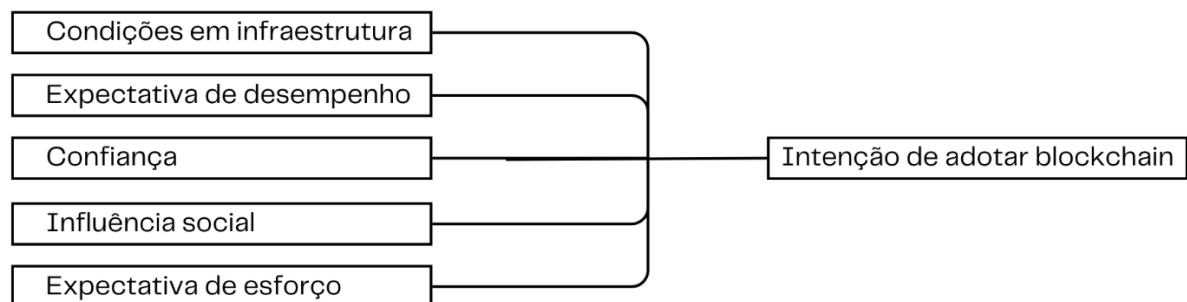
(4) Influência Social (*Social Influence*): mede a influência de redes sociais e profissionais na decisão de adotar o *blockchain*, considerando como a opinião de colegas e líderes do setor pode atuar como catalisadora ou barreira à adoção desta tecnologia.

(5) Expectativa de esforço (*Effort Expectancy*): investiga se os decisores consideram o *blockchain* compreensível e de fácil implementação, sendo um construto que se relaciona diretamente com a vontade de adotar o *blockchain*, especialmente quando as barreiras de aprendizagem podem ser um obstáculo significativo.

Para elucidar de maneira integrada os elementos-chave que influenciam a decisão dos gestores em adotar a tecnologia *blockchain*, foi referenciado o modelo adaptado de UTAUT, visto que este modelo captura as dimensões críticas que moldam a intenção de adoção do *blockchain* e seu subsequente uso (Feki; Dudézert, 2023; Han; Fang, 2023). A Figura 11 apresenta os construtos centrais que constituem o modelo, cada um representando um vetor influente no processo decisório dos gestores.

A Figura 11 fornece uma representação visual dos construtos-chave derivados do modelo UTAUT modificado para a adoção da tecnologia *blockchain*. Cada um dos construtos desempenha um papel distinto na modelagem da intenção de adoção da tecnologia BC por parte dos decisores da CS (Venkatesh *et al.*, 2003; Karakas; Acar; Kucukaltan, 2021; Tian *et al.*, 2022). A estrutura do modelo explora a complexa interação entre os cinco construtos e soma a relação entre a intenção de quem pretende implementar o *blockchain* (Bain; McNaught, 2006; Venkatesh; Bala, 2008; Alalwan; Dwivedi; Rana, 2017).

Figura 11 - Modelo UTAUT



Fonte: Adaptado de Queiroz *et al.* (2021, p. 5).

2.3.3.1 Teoria das capacidades dinâmicas como suporte ao UTAUT

A teoria das capacidades dinâmicas (DCV), significando *Dynamic Capabilities View*, ou Visão das Capacidades Dinâmicas, em português, emerge como suporte ao UTAUT, à medida que em fornece um arcabouço teórico sobre como as empresas se adaptam e se beneficiam de novas tecnologias. Ao integrar este conceito ao UTAUT, a DCV permite a compreensão dos fatores-chave que influenciam a adoção de tecnologia de forma abrangente e precisa.

A DCV se concentra na capacidade de integração, desenvolvimento e reconfiguração de seus recursos e habilidades por parte de uma empresa em um ambiente VUCA (voláteis, incertos, complexos e ambíguos) (Teece, 1997; Almanza *et al.*, 2019; Wang *et al.*, 2020). A DCV separa esta capacidade em três tipos principais (Almanza *et al.*, 2019; Peres *et al.*, 2020):

- (1) **Capacidades de Sensing (Percepção):** habilidade de detectar oportunidades e mudanças no ambiente como, por exemplo, o monitoramento de tendências tecnológicas, como o desenvolvimento de novas plataformas *blockchain*.
- (2) **Capacidades de Seizing (Apropriação):** Habilidade de mobilizar e reconfigurar recursos para aproveitar oportunidades, exemplo é a aquisição de conhecimentos técnicos e formação de equipes para implementar o *blockchain*.
- (3) **Capacidades de Transforming (Transformação):** Habilidade de renovar competências para estar em sintonia com as mudanças ambientais, exemplo é a adaptação de processos e estruturas organizacionais para otimizar o uso do *blockchain*.

A inclusão da DCV torna-se extremamente relevante para implementações tecnológicas, como a do *blockchain*, pelas seguintes razões (Habibi; Chakraborty; Abbasi, 2023; Han; Fang, 2023; Pattanayak *et al.*, 2023):

- (1) **Adaptabilidade:** oferece o arcabouço para as organizações entenderem como se adaptar rapidamente à adoção do *blockchain*. Exemplo: adaptação da infraestrutura tecnológica para integrar o *blockchain* com sistemas legados.
- (2) **Gestão de Relações e Recursos:** fomenta uma análise profunda de como os recursos e relações entre parceiros em uma cadeia de suprimentos podem ser reconfigurados para eficiência e eficácia. Exemplo: criação de uma plataforma *blockchain* compartilhada entre os membros da cadeia de suprimentos.
- (3) **Resposta à Incerteza:** Prove ferramentas para navegar em ambientes incertos, frequentemente encontrados em cadeias de suprimentos devido a fatores como

flutuações de demanda, riscos geopolíticos e volatilidade de preços. Exemplo: utilização do *blockchain* para rastreamento de produtos e mitigação de riscos de fraude.

Em resumo, a integração da DCV ao UTAUT permite a identificação dos fatores que influenciam a adoção da tecnologia BC, de forma abrangente, levando à compreensão de como as capacidades organizacionais facilitam a implementação e seu uso de forma a promover a eficácia (Habibi; Chakraborty; Abbasi, 2023; Sahoo; Upadhyay; Kumar, 2023). Outro ponto é que a DCV traz benefício em seu uso por ser um modelo robusto, suportando o contexto atual marcado por rápidas transformações e mudanças, além de melhorar a compreensão sobre as capacidades e servir como base para o desenvolvimento de estratégias mais eficazes para esta adoção (Bays; Husain, 2008; Han; Fang, 2023; Teece; Gary; Shuen, 1997).

2.3.4 Avaliação da intenção de adoção de tecnologia *blockchain*

As métricas selecionadas neste estudo refletem elementos essenciais que influenciam a intenção de adotar o *blockchain* na cadeia de suprimentos, sendo estas cuidadosamente escolhidas para explorar aspectos distintos dos construtos de confiança e expectativa de esforço, bem como a influência social, permitindo uma avaliação abrangente da disposição dos participantes para adotar esta tecnologia emergente. O Quadro 9 apresenta o conteúdo das métricas, que compuseram o instrumento de coleta.

Quadro 9 - Métricas e construtos

MÉTRICA (adotada)	CONSTRUTO	REFERÊNCIAS
Confio no <i>blockchain</i>	Confiança	Gefen, Karahanna e Straub (2003); Alalwan, Dwivedi e Rana (2017); Queiroz <i>et al.</i> (2021)
Não tenho dúvidas sobre a confiabilidade do <i>blockchain</i>		Gefen, Karahanna e Straub (2003); Alalwan, Dwivedi e Rana (2017); Queiroz <i>et al.</i> (2021)
<i>Blockchain</i> tem a capacidade de cumprir sua tarefa		Gefen, Karahanna e Straub (2003); Alalwan, Dwivedi e Rana (2017); Queiroz <i>et al.</i> (2021)
Aprender a usar <i>blockchain</i> é fácil para mim	Expectativa de Esforço	Venkatesh <i>et al.</i> (2003); Bain e McNaught (2006); Alalwan, Dwivedi e Rana (2017); Queiroz <i>et al.</i> (2021)
Minha interação com <i>blockchain</i> é clara e compreensível		Venkatesh <i>et al.</i> (2003); Bain e McNaught (2006); Alalwan, Dwivedi e Rana (2017); Queiroz <i>et al.</i> (2021)
Acho <i>blockchain</i> fácil de usar		Venkatesh <i>et al.</i> (2003); Bain e McNaught (2006); Alalwan, Dwivedi e Rana (2017); Queiroz <i>et al.</i> (2021)
Pessoas importantes para mim acham que eu deveria usar BC	Influência Social	Venkatesh <i>et al.</i> (2003); Bain e McNaught (2006); Alalwan, Dwivedi e Rana (2017); Queiroz <i>et al.</i> (2021)

conclusão

MÉTRICA (adotada)	CONSTRUTO	REFERÊNCIAS
Pessoas que influenciam meu comportamento acham que eu deveria usar <i>blockchain</i>		Venkatesh <i>et al.</i> (2003); Bain e McNaught (2006); Alalwan, Dwivedi e Rana (2017); Queiroz <i>et al.</i> (2021)
Pessoas cujas opiniões valorizo preferem que eu use <i>blockchain</i>		Venkatesh <i>et al.</i> (2003); Bain e McNaught (2006); A Alalwan, Dwivedi e Rana (2017); Queiroz <i>et al.</i> (2021)
Tenho os recursos necessários para usar <i>blockchain</i>	Facilidade	Venkatesh <i>et al.</i> (2003); Bain e McNaught (2006); Alalwan, Dwivedi e Rana (2017); Queiroz <i>et al.</i> (2021)
Tenho o conhecimento necessário para usar <i>blockchain</i>		Venkatesh <i>et al.</i> (2003); Bain e McNaught (2006); Alalwan, Dwivedi e Rana (2017); Queiroz <i>et al.</i> (2021)
<i>Blockchain</i> é compatível com outras tecnologias que uso		Venkatesh <i>et al.</i> (2003); Bain e McNaught (2006); Alalwan, Dwivedi e Rana (2017); Queiroz <i>et al.</i> (2021)

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

O Quadro 9 apresenta métricas identificadas no estudo de Queiroz *et al.* (2021) dentro do modelo UTAUT, permitindo sua aplicação no contexto da tecnologia *blockchain*. Estas métricas, fundamentadas na literatura, proporcionam uma visão abrangente dos construtos-chave relacionados à intenção de quem pretende implantar a tecnologia *blockchain*, descritas na sequência:

- (1) **Confio no *blockchain*:** reflete a percepção do respondente quanto à confiabilidade intrínseca e à capacidade da *blockchain* de operar de maneira segura e consistente (Gefen; Karahanna; Straub, 2003; Alalwan; Dwivedi; Rana, 2017; Queiroz *et al.*, 2021);
- (2) **Não tenho dúvidas sobre a confiabilidade do *blockchain*:** convicção do respondente na confiabilidade da *blockchain*, indicando a ausência de qualquer incerteza ou hesitação em relação à capacidade da tecnologia em manter sua integridade e eficácia (Gefen; Karahanna; Straub, 2003; Alalwan; Dwivedi; Rana, 2017; Queiroz *et al.*, 2021).
- (3) ***Blockchain* tem a capacidade de cumprir sua tarefa:** percepção da *blockchain* em executar tarefas para as quais foi projetada, sendo adequada e eficaz em cumprir seus objetivos operacionais (Gefen; Karahanna; Straub, 2003; Alalwan; Dwivedi; Rana, 2017; Queiroz *et al.*, 2021).
- (4) **Aprender a usar *blockchain* é fácil para mim:** facilidade percebida em aprender a utilizar a *blockchain*, sendo acessível e compreensível seu aprendizagem e o uso (Venkatesh *et*

al., 2003a; Bain; McNaught, 2006; Alalwan; Dwivedi; Rana, 2017; Queiroz *et al.*, 2021).

- (5) **Minha interação com *blockchain* é clara e compreensível:** compreensibilidade percebidas pelo respondente durante sua interação com a *blockchain*, percebendo as ações e transações no *blockchain* como transparentes e compreensíveis (Venkatesh *et al.*, 2003a; Bain; McNaught, 2006; Alalwan; Dwivedi; Rana, 2017; Queiroz *et al.*, 2021).
- (6) **Acho *blockchain* fácil de usar:** simplicidade percebida no processo de interação com a tecnologia, desde transações até a execução de operações específicas (Venkatesh *et al.*, 2003a; Bain; McNaught, 2006; Alalwan; Dwivedi; Rana, 2017; Queiroz *et al.*, 2021).
- (7) **Pessoas importantes para mim acham que eu deveria usar *blockchain*:** influência de pessoas significativas nas decisões de implementação de tecnologia disruptivas que indicam a utilização do *blockchain* (Venkatesh *et al.*, 2003a; Bain; McNaught, 2006; Alalwan; Dwivedi; Rana, 2017; Queiroz *et al.*, 2021).
- (8) **Pessoas que influenciam meu comportamento acham que eu deveria usar *blockchain*:** influência na decisão de pessoas que têm impacto significativo sobre suas decisões e ações no uso do *blockchain* (Venkatesh *et al.*, 2003; Bain; McNaught, 2006; Alalwan; Dwivedi; Rana, 2017; Queiroz *et al.*, 2021).
- (9) **Pessoas cujas opiniões valorizo preferem que eu use *blockchain*:** a opinião de pessoas valorizadas influencia positivamente em relação à tecnologia *blockchain* (Venkatesh *et al.*, 2003; Bain; McNaught, 2006; Alalwan; Dwivedi; Rana, 2017; Queiroz *et al.*, 2021).
- (10) **Tenho os recursos necessários para usar *blockchain*:** percepção de que há recursos como *hardware*, *software* infraestrutura para a utilização da tecnologia *blockchain* (Venkatesh *et al.*, 2003; Bain; McNaught, 2006; Alalwan; Dwivedi; Rana, 2017; Queiroz *et al.*, 2021).
- (11) **Tenho o conhecimento necessário para usar *blockchain*:** autoavaliação do respondente sobre seu nível de conhecimento e habilidades necessárias para compreender, utilizar e interagir com a tecnologia *blockchain* de forma adequada e eficiente (Venkatesh *et al.*, 2003a; Bain; McNaught, 2006; Alalwan; Dwivedi; Rana, 2017; Queiroz *et al.*, 2021).
- (12) ***Blockchain* é compatível com outras tecnologias que uso:** percepção sobre a capacidade da tecnologia *blockchain* de se integrar e operar de forma harmoniosa com outras tecnologias e sistemas que o respondente já utiliza, sem conflitos ou problemas de compatibilidade (Venkatesh *et al.*, 2003; Bain; McNaught, 2006; Alalwan; Dwivedi; Rana, 2017; Queiroz *et al.*, 2021).

A integração destas métricas no modelo de estudo é projetada para explorar *insights* relevantes sobre a disposição dos decisores em adotar a *blockchain* e a influência de fatores comportamentais neste processo (Gefen; Karahanna; Straub, 2003; Alalwan; Dwivedi; Rana, 2017). Ao compreender as dimensões cobertas por cada métrica, os gestores podem direcionar esforços para superar barreiras e potencializar fatores facilitadores, promovendo uma adoção bem-sucedida do *blockchain* nas cadeias de suprimentos brasileiras (Queiroz *et al.*, 2021).

2.4 Confiança na tecnologia *blockchain* e SCORE

O potencial do *blockchain* em reforçar a SCORE representa uma área de análise promissora visto seu enorme potencial e seus difíceis desafios (Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019b; Nandi *et al.*, 2021; Chowdhury *et al.*, 2022). Neste sentido, a investigação da relação entre a intenção de adoção do *blockchain* e o aumento percebido na resiliência das CS constitui um dos cerne desta pesquisa.

Assim, a pesquisa visa a discernir como os decisores empresariais correlacionam o uso potencial do *blockchain* com a capacidade de suas cadeias de suprimentos para resistir e se recuperar de disrupções. Esta correlação é crucial para compreender se existe uma expectativa concreta de que a implementação do *blockchain* possa resultar em cadeias de suprimentos substancialmente mais resilientes, alinhando-se com as metas estratégicas organizacionais em face de um ambiente de negócios volátil e incerto.

O trabalho empírico de Chowdhury e Quaddus (2017b) fornece um conjunto de métricas validadas para aferir a SCORE, um fator estratégico para a gestão eficiente (Kamble; Gunasekaran; Arha, 2019; Ren; Jing; Zhang, 2023; Gu, *et al.*, 2023;). Paralelamente, o Modelo UTAUT, desenvolvido por Venkatesh *et al.* (2003), explora os determinantes comportamentais da adoção de inovações tecnológicas.

Assim a interligação destes dois conjuntos de métricas revela pelos dois modelos adotados e possibilita a verificação de possíveis sinergias entre a intenção de quem pretende implementar o *blockchain* e o reforço da SCORE, alinhando-se ao objetivo principal desta pesquisa (Tian *et al.*, 2022; Fasbender; Gerpott; Rinker, 2023; Sargent; Breese, 2023). O avanço do *blockchain* oferece novas possibilidades para aprimorar a SCORE, o que torna a convergência entre as métricas de SCORE e as dimensões comportamentais do UTAUT e levanta a questão: existe uma associação positiva significativa entre a avaliação dos decisores responsáveis pela adoção da tecnologia *blockchain* e a percepção de aumento de resiliência das cadeias de suprimento?

A confiança no *blockchain* e a influência social desempenham papéis cruciais nesta disposição (Venkatesh *et al.*, 2003; Pan, 2020; Gong *et al.*, 2022). Por isso, analisamos como estes fatores afetam a intenção de adoção dos decisório e se traduzem em medidas efetivas para a incorporação do *blockchain*, visando a uma cadeia de suprimentos mais resiliente.

A importância de compreender essa dinâmica é evidente para a aplicação eficaz das métricas de SCRE, integrando-as com as intenções comportamentais dos gestores. Propõe-se uma metodologia que avalie não só a resiliência presente, mas também seu potencial de crescimento diante da integração do *blockchain*. Na seção subsequente, serão apresentadas as métricas específicas que capturam esta inter-relação, estabelecendo um *framework* para a avaliação da associação entre a adoção do *blockchain* e o reforço percebido na resiliência das cadeias de suprimentos.

2.4.1 Formulação de hipóteses e modelo conceitual

O cenário econômico e social progressivamente mais dinâmico, com CS mais complexas e fragmentadas, revela novos desafios para a manutenção da continuidade operacional dessas cadeias, principalmente frente à imprevisibilidade de diferentes localidades e regiões ao mesmo tempo (Tsolakis *et al.*, 2021; Li *et al.*, 2022; Kazancoglu *et al.*, 2023). Neste contexto, a tecnologia *blockchain*, em função de características de transparência, imutabilidade e rastreabilidade aprimoradas, tem potencial de impactar positivamente na SCRE (Min, 2019; Dubey *et al.*, 2020; Etemadi *et al.*, 2021).

O registro compartilhado e imutável nas transações ao longo da SC permite aumento da facilidade de compartilhamento de informações na CS, pois aumenta não apenas viabilidade e confiança entre os seus participantes, como também flexibiliza o processo, adaptando-se ao dinamismo do cenário (Tsolakis *et al.*, 2021; Charles; Emrouznejad; Gherman, 2023; Gupta *et al.*, 2023). Neste sentido, a tecnologia *blockchain* traz um potencial aumento de capacidade para as CS em responder, de forma mais ágil e eficaz, as interrupções inesperadas (Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019b; Azmi *et al.*, 2022).

Além disso, a automatização dos processos operacionais em uma CS por meio de tecnologia disruptivas, principalmente com a implementação do *blockchain*, permite a mitigação de erros, ineficiências e, principalmente, se revela como potencializadora de eficiência (Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019b; Min, 2019; Gupta *et al.*, 2023). Exemplo disso são os contratos inteligentes que, ao mesmo tempo que trazem segurança e flexibilidade das CS, reduzem fraudes e falsificações de produtos (Tsolakis *et al.*, 2021; Charles; Emrouznejad; Gherman, 2023; Kazancoglu *et al.*, 2023).

Com informações mais precisas, vista a possibilidade de interconexão dos processos na CS, o compartilhamento em tempo real e a redução de assimetria de informações também trazem grandes benefícios para as tomadas de decisão, obtendo respostas mais eficientes a eventos disruptivos (Collart; Canales, 2022; Sengupta *et al.*, 2022; Kazancoglu *et al.*, 2023). Ao mesmo tempo, melhora o aprendizado de toda a cadeia de suprimentos, o que melhora as ações proativas, mudando o patamar da SCRE (Dolgui; Ivanov, 2020; Lohmer; Bugert; Lasch, 2020; Agnusdei; Coluccia, 2022).

O aumento do desenvolvimento do assunto na literatura reflete o crescente reconhecimento do papel fundamental que o *blockchain* desempenha na SCRE (Barbosa, 2021; Montecchi; Plangger; West, 2021). É possível observar em estudos e pesquisas recentes destacados os benefícios e as potenciais oportunidades proporcionados pela tecnologia *blockchain* para a CS (Khalid *et al.*, 2021; Rejeb *et al.*, 2022b).

Há um crescente interesse na aplicação prática e na exploração contínua do potencial da tecnologia em um ambiente dinâmico e complexo e de diferentes linhas de pesquisas (Min, 2019; Etemadi *et al.*, 2021; Li *et al.*, 2022). Etemadi *et al.* (2021), em uma revisão dinâmica da literatura, revelaram oito diferentes comunidades de desenvolvimentos da literatura, que representam uma área específica de pesquisa e desenvolvimento relacionada ao impacto da tecnologia *blockchain* na gestão de riscos de interrupção da cadeia de suprimentos.

Estas comunidades abordam tópicos como transparência e rastreabilidade aprimoradas, flexibilidade e adaptabilidade da tecnologia *blockchain*, capacidade de resposta a interrupções inesperadas, automatização de processos operacionais, contratos inteligentes, compartilhamento em tempo real e redução de assimetria de informações, tomada de decisão mais eficiente e aprimoramento do aprendizado em toda a cadeia de suprimentos (Etemadi *et al.*, 2021). O aumento do desenvolvimento do assunto na literatura reflete o crescente reconhecimento do papel fundamental que o *blockchain* desempenha na gestão de riscos e na SCRE (Nandi *et al.*, 2020; Hervani *et al.*, 2022; Rejeb *et al.*, 2022a; 2022b).

Neste sentido, é admissível o reconhecimento da relação potencialmente positiva entre a adoção da tecnologia *blockchain* e a expansão da SCRE dentro do atual cenário (Li *et al.*, 2022; Etemadi *et al.*, 2021; Tsolakis *et al.*, 2021). No entanto, apesar do entendimento teórico de que a tecnologia impacta positivamente a SCRE, isso não implica necessariamente o aumento da intenção de implementação da tecnologia, vista a presença de custos e barreiras para tanto (Taqui *et al.*, 2022; Nagariya *et al.*, 2023; Pattanayak *et al.*, 2023), assim como os problemas envolvendo escalabilidade, consumo de energia, imutabilidade, ineficiência e segurança.

Qualidade do *design* das cadeias de suprimentos e Proatividade

Diante disso, o ambiente de negócios mais dinâmico tornou a SCRE um fator crítico para os negócios, em que cada vez mais trabalham em redes de negócios, podendo fazer com que interrupções ao longo da cadeia, que estão cada vez mais complexas, afetem por completo (Nandi *et al.*, 2020; Charles; Emrouznejad; Gherman, 2023; Gupta *et al.*, 2023). Neste contexto, o *design* eficiência da CS emerge como item fundamental, tanto na mitigação dos impactos negativos de interrupções, quanto na sua recuperação e aprendizado futuro, como, por exemplo os desastres naturais, falhas de fornecedores, flutuações de demandas, crises econômicas (Chowdhury *et al.*, 2022; Collart; Canales, 2022; Rejeb *et al.*, 2022a; 2022b).

Por outro lado, o *design* da CS vai além da minimização de impactos financeiros e colabora com a viabilidade financeira ao longo do tempo, pois resulta em maior eficiência produtiva dentro de cenários complexos, principalmente em CS fragmentadas (Amentae; Gebresenbet, 2021; Nandi *et al.*, 2021; Ivanov; Dolgui, 2019a). Neste sentido, o *design* pode, de forma indireta, por meio do aumento da proatividade, impactar positivamente a intenção de implementação de tecnologia disruptivas, principalmente no caso do *blockchain*, permitindo a rastreabilidade e visibilidade de toda a cadeia, uma vez que esta implementação depende de um conhecimento mais aprimorado da CS (Cui; Idota, 2018; Kouhizadeh; Sarkis; Zhu, 2019; Asante *et al.*, 2023).

No entanto, existem lacunas na literatura a respeito da influência do *design* na proatividade e seu impacto na adoção de tecnologias disruptivas, o que permite analisar sua influência indireta na decisão de adoção da tecnologia BC (Huang; Wu; Long, 2018; Bayramova; Edwards; Roberts, 2021; Etemadi *et al.*, 2021). Assim, a hipótese H1 propõe percepção de que a adoção da tecnologia BC pode trazer benefícios ao aumento produtivo, uma vez que haja uma compreensão de que o *design* da CS é um fator eficiência produtiva e de aprimoramento da capacidade de lidar com interrupções e eventos inesperados (Alalwan; Dwivedi; Rana, 2017; Gong *et al.*, 2022; Venkatesh *et al.*, 2003).

H1: A qualidade do *design* da cadeia de suprimentos impacta positivamente na proatividade.

Qualidade do *design* de CS e intenção de adoção do BC

O processo de planejamento e estruturação dos elementos da CS, denominado como *design* da CS, tem como objetivos a eficácia e eficiência na cadeia por meio da promoção da flexibilidade, capacidade de resposta às demandas de mercado com a implementação de práticas operacionais e tecnologias (Korlat *et al.*, 2021; Zalat; Hamed; Bolbol, 2021). Neste sentido, a

qualidade do *design* é fundamental para o desempenho da cadeia, ampliando a capacidade de entrega de valor aos clientes, redução de custos e adaptação as mudanças de mercado (Sabeti *et al.*, 2019; Pan, 2020; Karakas; Acar; Kucukaltan, 2021).

Assim, não apenas a qualidade do fluxo de materiais é o foco do *design*, como também da informação e de recursos ao longo da cadeia, o que torna um pilar fundamental na promoção da integração e coordenação dos diferentes elos de uma CS (Staddon, 2020; Schlomann; Memmer; Wahl, 2022; Tian *et al.*, 2022). Neste sentido, as tecnologias disruptivas ganham destaque importante na potencialização de tais variáveis. A tecnologia BC, com seu registro descentralizado, pode colaborar com o aumento do potencial de rastreabilidade, confiança tornando-a mais robusta e permitindo o aumento da colaboração entre tais elos (Alalwan; Dwivedi; Rana, 2017; Sabeti *et al.*, 2019; Karakas; Acar; Kucukaltan, 2021).

Por outro lado, a propriedade de imutabilidade dos blocos de informações da tecnologia BC pode reduzir a flexibilidade, o que pode impactar negativamente o *design* da CS (Economides; Papageorgiou; Philippopoulos, 2021; Ghazaleh; Zabadi, 2021; Kouhizadeh; Sabeti; Sarkis, 2021). Contudo, outros aspectos positivos e negativos devem ser levados em conta na implementação do BC, necessitando de uma análise mais profunda a respeito de sua viabilidade neste sentido, o que revela uma grande lacuna teórica sobre a qualidade do *design* da CS e a intenção de adoção tecnológica do BC (Dubey *et al.*, 2020; Rejeb *et al.*, 2022a; Sengupta *et al.*, 2022).

Apesar de haver na literatura pesquisas explorando os benefícios do BC e as barreiras da implementação da tecnologia, pouco se explora a respeito da intenção de adoção sob a ótica do *design* desta cadeia, o que pode revelar *insight* relevante sobre a viabilidade da tecnologia em relação ao *designer* e seu papel na SCRE (Cui; Idota, 2018; Queiroz; Telles; Bonilla, 2019; Amentae; Gebresenbet, 2021). A Hipótese 2 (H2) é baseada na visão a respeito de recursos e das teorias das capacidades dinâmicas, uma vez que se vincula à percepção do *design* da CS (Hajiaghahi; Salemnia; Hamzeh, 2019; Pattanayak *et al.*, 2023).

A visão baseada em recursos, focada na adaptação destes para a geração de vantagens competitivas sustentáveis e na teoria das capacidades dinâmicas, que sugere o desenvolvimento e reconfiguração das competências internas e externas em função da adaptação da CS às mudanças do ambiente de negócio (Schmidt; Wagner, 2019; Wang *et al.*, 2019; Han; Fang, 2023; Pattanayak *et al.*, 2023). Neste sentido, a H2, ao propor que a percepção do *designer* da CS influencia positivamente a intenção de adoção da tecnologia BC, permite afirmar que a organização reconhece que esta tecnologia aprimora a qualidade das mudanças mercadológicas (Martinez *et al.*, 2019; Chakraborty, 2023; Pattanayak *et al.*, 2023).

Isso faz com que a investigação sobre H2 promova significativos avanços teóricos na compreensão de como a qualidade do *design* pode direcionar estrategicamente a implementação de tecnologias disruptivas, principalmente a BC (Widiantoro; Harnadi, 2019; Wong *et al.*, 2022; Fasbender; Gerpott; Rinker, 2023). Ao mesmo tempo, auxiliando os gestores das CS na tomada de decisão a respeito de investimentos em tecnologias e na promoção de melhorias contínuas (Gefen; Karahanna; Straub, 2003; Alalwan; Dwivedi; Rana, 2017).

H2: A Qualidade do *design* de cadeias de suprimentos impacta positivamente a intenção de adoção da tecnologia *blockchain*.

Reatividade em CS e intenção de adoção da tecnologia BC

O conceito de reatividade nas CS está ligado à sua capacidade de responder rapidamente a eventos externos, seja mudanças no ambiente de negócios ou distúrbios, tais como flutuação de demanda, interrupções no fornecimento, mudança de preferência dos clientes entre outros (Hosseini; Ivanov, 2022a; Katsaliaki; Galetsi; Kumar, 2022; Ivanov, 2023a). Nesse sentido, o maior nível de globalização nas economias mundiais imprime cenários mais complexos e susceptíveis a mudanças, caracterizado como VUCA, torna a característica de reatividade essencial e relevante para as CS (Habibi; Chakraborty; Abbasi, 2023; Han; Fang, 2023; Sahoo; Upadhyay; Kumar, 2023).

A hipótese H3 propõe que a reatividade da CS influencia positivamente a intenção de adoção da tecnologia *blockchain*, reconhecendo, assim, a busca contínua do desenvolvimento e reconfiguração das competências de adaptação ao ambiente de negócios, defendida pela DCV (Peres *et al.*, 2020; Wang *et al.*, 2020; Pattanayak *et al.*, 2023). A investigação desta relação contribui para o avanço teórico à medida em que a compreensão sobre a reatividade com a implementação da tecnologia *blockchain* aumenta no sentido direcioná-la estrategicamente, levando em conta as barreiras e benefícios tecnológicos do BC (Alalwan; Dwivedi; Rana, 2017; Fasbender; Gerpott; Rinker, 2023; Lin; Yu, 2023).

Este aspecto de reatividade, atrelado a DCV com a implementação da tecnologia BC é pouco explorado na literatura apesar de criar *insights* significativos na compreensão do impacto das barreiras tecnológicas, revelando-se importante aos gestores para a tomada de decisão sobre investimentos (Karupiah; Sankaranarayanan; Ali, 2023; Peng; Chen; Wang, 2023; Sargent; Breese, 2023). Ao mesmo tempo, possibilita novas investigações científicas no sentido de compreender melhor os aspectos de melhorias e formas de implementações mais eficazes e eficientes desta tecnologia disruptiva (Venkatesh; Bala, 2008; Sung *et al.*, 2015; Karakas; Acar; Kucukaltan, 2021).

H3: A reatividade de cadeias de suprimentos impacta positivamente a intenção de adoção da tecnologia *blockchain*.

Proatividade de CS e intenção de adoção da tecnologia BC

A proatividade na CS está relacionada à capacidade de antecipar e responder de forma eficaz às demandas e mudanças do ambiente, maximizando, assim, os resultados e contribuindo para o objetivo fundamental da organização, que está ligado à redução de custos, ao aumento da competitividade e à criação de valor (Shah *et al.*, 2020; Abou Kamar *et al.*, 2023; Chowdhury *et al.*, 2023). É importante ressaltar que tais aspectos contrapõem a SCRE, pois esta se concentra mais em sua capacidade de resistir e se recuperar de impactos adversos. No entanto, é uma característica essencial da CS, já que, apesar do contraponto, é necessário equilibrar essa relação com a manutenção da viabilidade das operações, mesmo com o aumento da SCRE (Betto; Garengo, 2023; Gu *et al.*, 2023; Pu; Qiao; Feng, 2023).

Além deste aspecto, CS mais eficientes, tendo em vista o equilíbrio entre a geração de riquezas e SCRE, podem ser atrativas a investimentos e, consecutivamente, direcioná-los a melhorias contínuas, tornando a CS mais sustentável ao longo do tempo (Betto; Garengo, 2023; Mazzoni, 2023; Ren; Jing; Zhang, *et al.*, 2023). Neste sentido, a tecnologia BC tem potencial de aumentar a transparência, rastreabilidade e automação da CS à medida em que oferece uma plataforma segura e confiável, permitindo o compartilhamento de informações em tempo real e a eliminação de intermediários, o que otimiza os processos e, ao mesmo tempo, amplifica a SCRE (Huang; Wu; Long, 2018; Charles; Emrouznejad; Gherman, 2023; Kazancoglu *et al.*, 2023b).

O aporte teórico da hipótese H4 sobre esta visão é baseado em recursos à medida em que é enfatizada a importância de recursos e capacidades estratégicas para a criação de vantagem competitiva sustentável (Chowdhury; Quaddus, 2017a; Shah, *et al.*, 2020; Betto; Garengo, 2023). Esta hipótese propõe que a proatividade de CS influencia positivamente a intenção de adoção da tecnologia BC, permitindo a criação de valor, otimização e redução de custo (Raut *et al.*, 2018; Schlomann; Memmer; Wahl, 2022; Feki, Dudézert, 2023).

Esta visão permite tomadas de decisão a respeito da implementação da tecnologia BC, tendo em vista a sua viabilidade econômica, bem como se esta implementação realmente resulta em vantagens competitivas para a cadeia (Fasbender; Gerpott; Rinker, 2023; Lehmann; Blumschein; Seel, 2023). A relevância deste ponto aumenta à medida em que a tecnologia BC tem características de potencializar o equilíbrio entre eficiência e resiliência (Korlat *et al.*, 2021; Wong, *et al.*, 2022; Han; Fang, 2023).

H4: A Proatividade de cadeias de suprimentos impacta positivamente a intenção de adoção da tecnologia *blockchain*.

Reatividade em CS e a produção

O ambiente de negócios dinâmico atual exige que as CS sejam não apenas bem projetadas, mas também altamente reativas, devido ao fato de que a capacidade de responder rapidamente às mudanças do mercado e às adversidades seja crucial para manter a competitividade e a eficiência operacional (Nandi *et al.*, 2021; Charles; Emrouznejad; Gherman, 2023; Gupta *et al.*, 2023). Neste contexto, a reatividade, além de se referir à capacidade de responder as adversidades, oferece a minimização de tais impactos sobre os níveis produtivos (Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019a; Amentae; Gebresenbet, 2021; Nandi *et al.*, 2021).

Assim, a hipótese H5 sugere que uma maior reatividade da CS leva a níveis elevados ou melhora a produção, contribuindo para a manutenção financeira ao longo do tempo, influenciando positivamente, forma indireta, a intenção de adoção de tecnologias disruptivas, como é o caso do BC. A crença de que a implementação do *blockchain* pode influenciar positivamente a produção, possivelmente através do aumento da visibilidade e da melhoria da reatividade da CS diante de adversidades, pode ser um fator motivador adicional para sua adoção (Amentae; Gebresenbet, 2021; Khalid *et al.*, 2021; Rejeb *et al.*, 2022a).

H5: A reatividade impacta positivamente a proatividade.

As hipóteses decorrentes da construção do *framework* proposto estão solidamente baseadas em premissas das características intrínsecas à SCRE e, de certa maneira, no próprio conhecimento que se tem sobre a intenção de implementação da tecnologia *blockchain*. O Quadro 10 apresenta, de maneira resumida, as sustentações teóricas para as hipóteses levantadas neste *framework*.

Quadro 10 - Hipóteses e referências

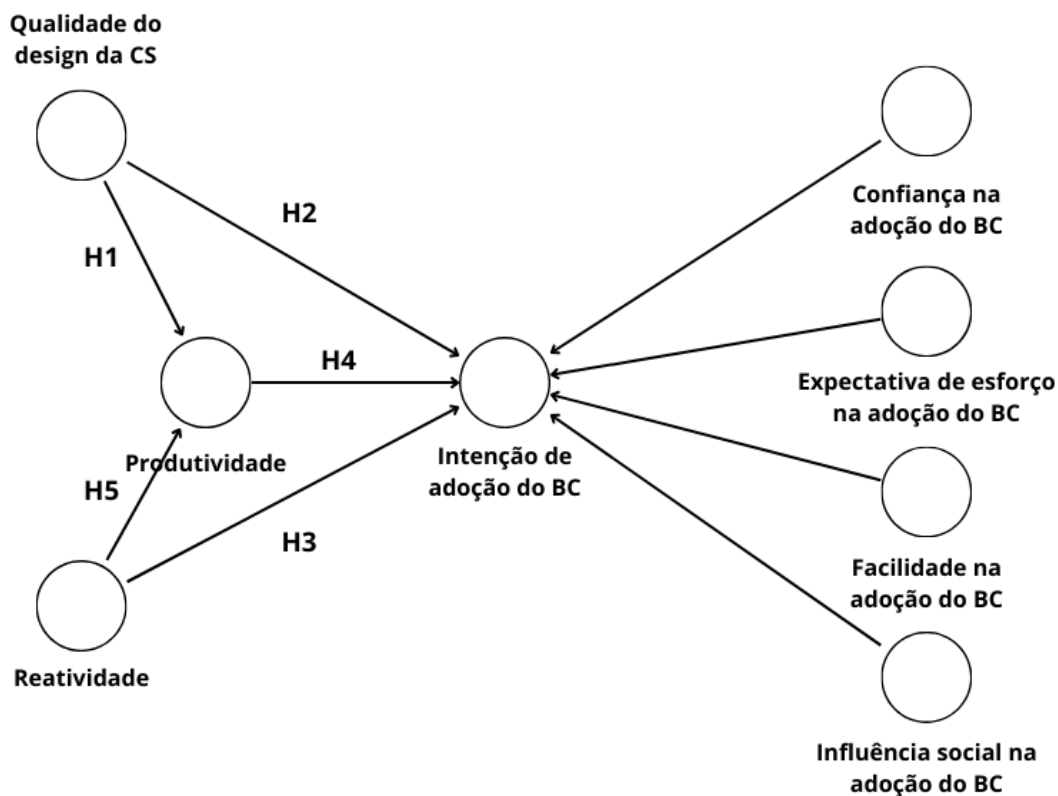
HIPÓTESES	JUSTIFICATIVA	REFERÊNCIAS
1	A qualidade do <i>design</i> da CS impacta na proatividade ao otimizar fluxos e processos, influenciando indiretamente a viabilidade financeira e a propensão à adoção de tecnologias inovadoras.	Braunscheidel e Suresh (2009) Akter <i>et al.</i> (2013); Abou Kamar <i>et al.</i> (2023)
2	O aperfeiçoamento da qualidade do <i>design</i> de CS implica aumento na intenção de adoção da tecnologia <i>blockchain</i> , pois um arranjo coeso favorece a integração e inovação de soluções tecnológicas emergentes.	Braunscheidel e Suresh (2009); Akter <i>et al.</i> (2013); Chowdhury e Quaddus (2017c)

		conclusão
HIPÓTESES	JUSTIFICATIVA	REFERÊNCIAS
3	Cadeias de suprimentos reativas podem se adaptar mais rapidamente a mudanças com o uso da tecnologia BC que amplia a transparência e eficiência, resultando em respostas mais ágeis às demandas do mercado.	Akter <i>et al.</i> (2013); Fawcett <i>et al.</i> , (2014)
4	A tecnologia pode oferecer soluções para o aperfeiçoamento de atividade repetitivas, redução de erros e custos de transações, resultando em cadeias de suprimentos eficientes e produtivas.	Woods <i>et al.</i> (2016); Abou Kamar <i>et al.</i> (2023); Zaoui <i>et al.</i> (2023)
5	A reatividade permite o ajuste nas CS a flutuações de mercado e eventos inesperados, minimizando tempos de inatividade e maximizando o uso eficaz de recursos, resultando em um aumento produtivo.	(Chowdhury <i>et al.</i> , 2022; Ivanov, 2023c; Asante <i>et al.</i> , 2023)

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

O presente estudo propõe um *framework* que funcione como um instrumento orientador para a exploração da intersecção entre a intenção de adoção da tecnologia *blockchain* e a avaliação da SCRE. A Figura 12 apresenta o esquema proposto, destacando os dois principais construtos abordados nesta pesquisa, assim como as hipóteses formuladas para a investigação.

Figura 12 - Modelo estrutural



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

A Figura 13 apresenta os códigos correspondentes a cada métrica e construtos associados, conforme identificadas nos modelos UTAUT e SCRE. Estas métricas são a base para a avaliação do *framework* proposto.

Os construtos utilizados para a compreensão da intenção de adoção do *blockchain* incluem: expectativa de esforço, expectativa de desempenho, condições facilitadoras, influência social e confiança, sendo que estas são relacionadas a três métricas em cada um dos construtos, permitindo uma perspectiva sobre as predisposições dos decisores em relação à tecnologia (Alalwan; Dwivedi; Rana, 2017; Fasbender; Gerpott; Rinker, 2023; Sargent; Breese, 2023).

As métricas relacionadas aos construtos, no Quadro 11, revelam características dos decisores e sua intenção em adotar a tecnologia *blockchain*, permitindo sua quantificação (Staddon, 2020; Korlat *et al.*, 2021; Queiroz *et al.*, 2021). As métricas de SCRE atreladas aos três construtos, exibidas na Figura 13, medem a crença de que a implementação da tecnologia BC pode melhorar a SCRE por meio da antecipação, resposta e adaptação aos distúrbios (Chari *et al.*, 2022; Abou Kamar *et al.*, 2023; Mazzoni, 2023).

Quadro 11 - Métricas e construtos da pesquisa

CÓDIGO	MÉTRICA	CONSTRUTO	
UC1	Confio no <i>blockchain</i>	Confiança	UTAUT
UC2	Não tenho dúvidas sobre a confiabilidade do <i>blockchain</i>		
UC3	<i>Blockchain</i> tem a capacidade de cumprir sua tarefa		
UE1	Aprender a usar <i>blockchain</i> é fácil para mim	Expectativa de Esforço	
UE2	Minha interação com <i>blockchain</i> é clara e compreensível		
UE3	Acho <i>blockchain</i> fácil de usar		
UI1	Pessoas importantes para mim acham que eu deveria usar <i>blockchain</i>	Influência Social	
UI2	Pessoas que influenciam meu comportamento acham que eu deveria usar <i>blockchain</i>		
UI3	Pessoas cujas opiniões valorizo preferem que eu use <i>blockchain</i>		
UF1	Tenho os recursos necessários para usar <i>blockchain</i>	Facilidade	
UF2	Tenho o conhecimento necessário para usar <i>blockchain</i>		
UF3	<i>Blockchain</i> é compatível com outras tecnologias que uso		

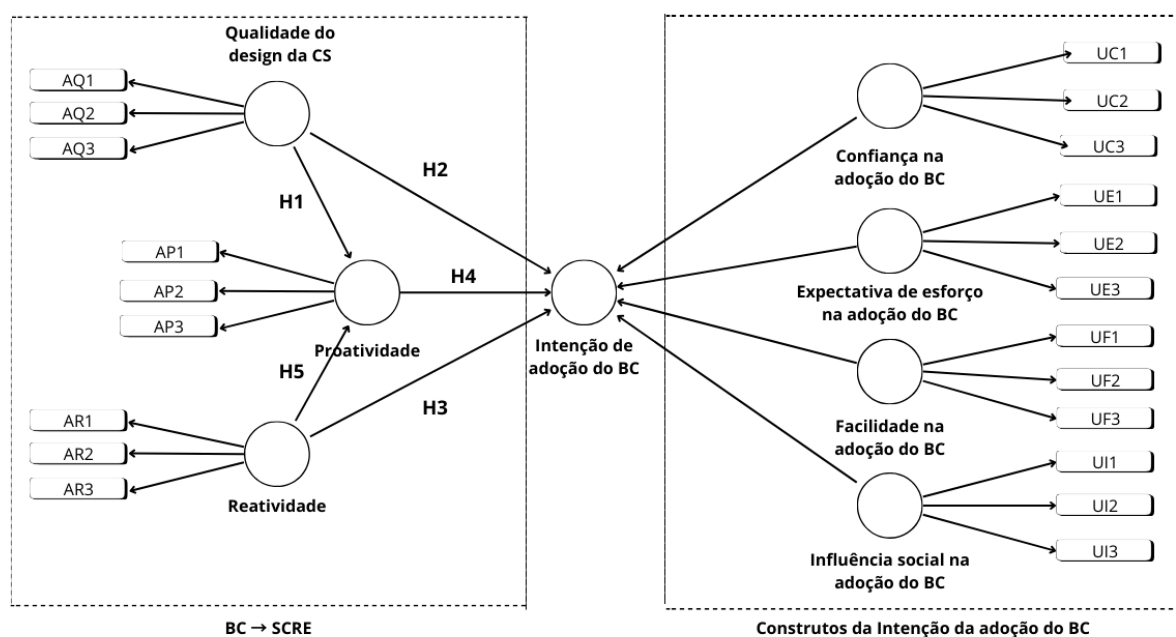
Conclusão

AQ1	Nossos compradores não estão concentrados em uma região geográfica específica	Qualidade do <i>Design</i> da CS	Avaliação da SCRE
AQ2	Selecionamos fornecedores de diversas regiões (fornecedores alternativos) para evitar o risco de fornecimento em uma área específica		
AQ3	Não dependemos criticamente de fornecedores específicos		
AR1	Temos a capacidade de detectar interrupções na SC rapidamente	Reatividade	
AR2	Podemos responder rapidamente a interrupções		
AR3	Conseguimos a recuperação em um curto período		
AP1	Temos flexibilidade na produção em termos de volume de pedidos e cronograma de produção	Proatividade	
AP2	Temos capacidade de <i>backup</i> de máquinas, peças e suporte logístico		
AP3	Compartilhamos informações com parceiros da CS		

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Neste sentido, ao integrar tais conjuntos e referidas métricas em um *framework* conceitual, a ser demonstrado na Figura 15, permite elucidar se a intenção de quem pretende adotar a tecnologia *blockchain* tem uma relação positiva para com a percepção de melhoria da SCRE. Este *framework* conceitual é a base da formulação das hipóteses que orientaram a parte empírica desta pesquisa.

Figura 13 - *Framework* desenvolvido



Fonte: Autor.

3 METODOLOGIA

A seção apresenta a metodologia da pesquisa, descrevendo opções de método, percurso de pesquisa do campo e o roteiro, que permitem assegurar o rigor e replicabilidade (Gerhardt; Silveira, 2009; Sovacool; Axsen; Sorrell, 2018).

3.1 Caracterização da pesquisa

A presente investigação quantitativa envolve responsáveis pelo setor de logística no estado de São Paulo que ainda não tenham implementado a tecnologia *blockchain* em suas CS. Esta pesquisa empírica desempenha um papel fundamental na validação e enriquecimento do arcabouço teórico previamente desenvolvido (Duarte, 2004; Gerhardt; Silveira, 2009). Neste sentido, esta pesquisa ganha caráter quantitativo analítico, visto que emprega métodos estatísticos descritivos, inferenciais e estruturais para a análise dos dados coletados. A abordagem estatística abrangente permite uma compreensão do fenômeno em estudo, além de defender o modelo teórico baseado na teoria proposto nesta pesquisa (Tatagiba, 2012; Creswell, 2013; Ishtiaq, 2019).

Estudos analíticos se propõem a descrever as características observadas dentro de uma amostra e explorar as relações almejando uma compreensão mais aprofundada das complexidades inerentes ao fenômeno em estudo (Ferigato; Carvalho, 2011; Norman; Lincoln, 2018; Jebb; Ng; Tay, 2021). Neste sentido, além da descrição e compreensão dos dados, as interconexões entre as variáveis estudadas permitem contribuir para o desenvolvimento teórico com a proposta de um modelo conceitual (Duarte, 2004; Gerhardt; Silveira, 2009):

3.2 Operacionalização da pesquisa

O estudo fez uso de um questionário tipo *survey* para a coleta de dados na fase quantitativa, visto o seu potencial de extrair informações de grandes amostras com precisão e rapidez, permitindo a validação e aprofundamento com o uso de estudos estatísticos, além de serem fáceis de distribuição, pois o formato distribuído nesta pesquisa permitiu a coleta sem a presença do pesquisador (Yin, 2005; Perianes-Rodriguez; Waltman; van Eck, 2016; Creswell, 2017). Questionários que são preenchidos pelos respondentes sem a presença de um entrevistador são conhecidos como autoaplicáveis, sendo úteis no sentido de facilitar e viabilizar estudos representativos (Tatagiba, 2012).

Marconi e Lakatos (1996) aconselham que os questionários sejam precedidos por uma introdução esclarecedora sobre o propósito da pesquisa, destacando a importância e a utilidade das informações coletadas para motivar o interesse, além do comprometimento de não

divulgação sobre a identidade do respondente. Quanto ao formato das perguntas, optou-se por fechadas, visto a sua objetividade face às recomendações a serem executadas por um período máximo de 30 minutos (Lakatos, 2003; Lincoln, 2018).

Creswell (2017) argumenta que o número de perguntas em um questionário deve ser determinado com base no escopo, objetivos e complexidade do tema estudado, em que o pesquisador deve evitar incluir questões irrelevantes para a pesquisa, considerando que os respondentes não devem se sentir compelidos a responder a itens desnecessários. Esta orientação é crucial para balancear o tempo de resposta com a quantidade de perguntas, já que ambos os fatores são fundamentais para o sucesso da pesquisa (Fowler, 2002; Aranha; Zambaldi, 2005).

Neste estudo, foi utilizado um questionário eletrônico autoaplicável via Google *Forms*, composto por perguntas fechadas, iniciando-se com uma carta de apresentação e um termo de consentimento informado. O *design* do questionário foi estruturado para que o respondente complete cada item antes de avançar para o próximo, garantindo, assim, a resposta a todos os itens.

O questionário foi dividido em três blocos, totalizando 30 itens. O primeiro bloco inclui cinco perguntas sobre características do empreendedor, fazendo o uso das variáveis de controle apresentadas na parte teórica desta pesquisa, e 25 perguntas sobre fatores relacionados aos construtos estudados no Apêndice A, divididas em duas partes, de forma a não tornar o formulário extenso, oferecendo facilidade de leitura ao pesquisado. A mensuração das métricas contidas no formulário foi realizada por meio de uma escala tipo *Likert* de sete pontos, com opções que variam entre “discordo totalmente” a “concordo totalmente”, permitindo uma avaliação gradativa das percepções dos respondentes.

A mensuração das variáveis latentes foi realizada por meio de um conjunto de 25 afirmações, que foram selecionadas a partir do Quadro 11 presente na parte teórica do estudo. Este quadro contém uma lista de métricas e variáveis latentes, que foram codificadas com siglas para facilitar a referência e análise.

3.3 População e amostra

A população de interesse deste estudo é composta por profissionais que atuam em cargos de gestão em empresas localizadas no estado de São Paulo, Brasil, com dois critérios de inclusão: (1) Gestores afetados pela resiliência em cadeias de suprimentos; (2) Influenciadores e decisores envolvidos em processos de adoção de tecnologias e/ou mudança de processos. Os

participantes foram contatados por telefone, *e-mail* e WhatsApp, sendo incentivados a responder.

3.3.1 Cálculo da amostra

No cálculo do tamanho da amostra, foi aplicado o G*Power, devido ao seu reconhecimento dentro da academia e sua eficiência e eficácia em uma diversidade de testes estatísticos (Erdfelder *et al.*, 2009). A escolha deste *software* se destaca pela praticidade e confiabilidade dos resultados obtidos, permitindo a determinação do número mínimo de casos necessários para a pesquisa (Erdfelder *et al.*, 2009; Altman; Krzywinski, 2015). Foi selecionado o teste de regressão bivariada linear para dois grupos, com a diferença entre interceptos e com uma cauda - *one*.

Hair (2009) e Leão (2020) sugerem um poder de teste estatístico de $(1-\beta) = 0,80$ que representa a fidedignidade do estudo realizado, com um tamanho de efeito mediano 0,15 com um nível erro amostral de $\alpha = 0,05$. Em vista disso, o estudo adotou parâmetros superiores de erros populacionais e amostrais, com β e α iguais a 0,05. As variáveis controladas incluíram desvios padrão específicos para as variáveis ($\sigma_{x1} = 4$, $\sigma_{x2} = 3$), com médias específicas ($\mu_{x1} = 5$, $\mu_{x2} = 7$), e um desvio padrão residual (σ) de 2.

Com base nesses parâmetros, o G*Power® 3.1 indicou que um mínimo de 78 casos por grupo seria necessário, totalizando 156 observações para o estudo. Esta quantidade permitiu uma análise estatística robusta e capaz de identificar diferenças significativas entre os grupos no que se refere ao aumento percebido na resiliência das cadeias de suprimentos. A amostra final, portanto, foi calculada para incluir 156 observações, superando o valor mínimo indicado e proporcionando uma margem de segurança para as análises. A escolha por um poder estatístico de 0,90, ao invés do tradicional 0,80, reflete o compromisso do estudo com a detecção de possíveis efeitos, ao mesmo tempo em que mantém a viabilidade da coleta de dados no contexto empresarial.

3.4 Análise dos Dados

A exploração dos dados desempenha um papel fundamental no contexto de pesquisas quantitativas, sendo essencial para o oferecimento de percepções valiosas e a confirmação de hipóteses e modelos teóricos sugeridos (Weisburd *et al.*, 2020; Hossain, 2022; Noor; Tajik, 2022). Esta pesquisa abrange três dimensões estatísticas: descritiva, inferencial e estrutural. A adoção dessas metodologias estatísticas diversificadas é crucial para alcançar um avanço do entendimento do fenômeno investigado, desde a caracterização detalhada das variáveis observadas até a sustentação do modelo teórico (Buja *et al.*, 2009; Sarstedt; Cheah, 2019).

A estatística descritiva constitui o ponto de partida analítico, fornecendo uma perspectiva inaugural e abrangente dos dados coletados (Hair *et al.*, 2021; Hossain, 2022). A partir de medidas de tendência central, dispersão, entre outras, torna-se factível sintetizar os dados, ressaltando padrões e tendências basilares (Buja *et al.*, 2009; Haig, 2018; Noor; Tajik, 2022).

Assim, a pesquisa conta inicialmente com a análise da estatística descritiva com a aplicação de medidas de tendência central, dispersão, moda, frequência e covariância bivariada, assim como de tabelas cruzadas, pois se mostra crucial para uma avaliação prévia da distribuição das variáveis e de suas interrelações, facilitando a identificação de aspectos que requeiram aprofundamento investigativo (Hossain, 2022; Lane, 2023). A aplicação da estatística descritiva viabiliza, portanto, uma compreensão introdutória e ampla do conjunto de dados, estabelecendo bases firmes para análises progressivamente mais complexas (Sarstedt; Cheah, 2019; Noor; Tajik, 2022).

Após a realização da análise descritiva, a estatística inferencial é empregada por meio das equações estruturais com mínimos quadrados parciais, utilizando o SmartPLS 4[®] na investigação do modelo conceitual concebido (Llabre; Arguelles, 2013; Wong, 2013; Hair *et al.*, 2021). Esta técnica é particularmente recomendada na exploração de relações complexas entre variáveis tanto observadas quanto latentes, oferecendo uma análise detalhada da cadeia causal que fundamenta o fenômeno examinado (Bowen; Guo, 2011; Sarstedt; Cheah, 2019; Hossain, 2022).

Assim, a combinação dessas duas dimensões estatísticas: descritiva e inferencial, constitui uma metodologia compreensiva e sólida para a análise de dados (Daoud, 2017; Haig, 2018; Lane, 2023). Mediante o emprego das abordagens apresentadas, é possível se admitir acurácia e profundidade requeridas para a pesquisa científica, possibilitando não somente a descrição e o ganho de compreensão do fenômeno investigado, mas a sustentação de hipóteses e a robustez do modelo desenvolvido (Jacobucci, 2022; Noor; Tajik, 2022).

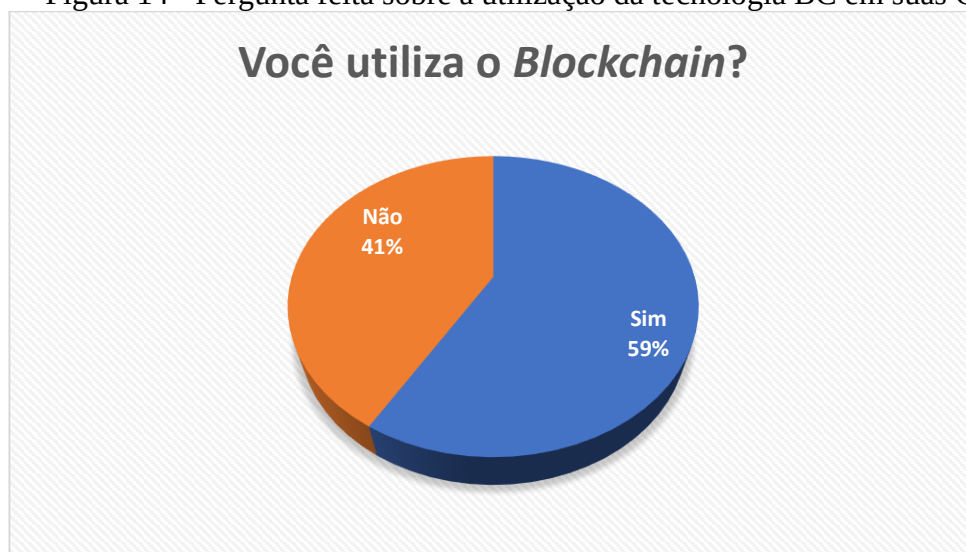
4 ANÁLISE DE DADOS E APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS

Este capítulo apresenta os resultados da pesquisa de campo, detalhando as características da amostra, os resultados obtidos para cada métrica por meio da estatística descritiva e a análise do *framework* adotado, utilizando a modelagem de equações estruturais. Esta técnica de análise de dados é composta pela análise e validação dos modelos de mensuração e estrutural. O primeiro refere-se à investigação da adequação de métricas em relação aos construtos estudados, entendidos como itens do Construto; nesta fase, a confirmação ou exclusão dos itens é processo fundamental na construção de um modelo teórico. O modelo estrutural se refere à identificação, à avaliação e à quantificação das associações entre os construtos estudados, oferecendo informação sobre a sustentação ou não das hipóteses formuladas. O processo de investigação e validação dos modelos de mensuração e estrutural desenvolvido é apresentado no Apêndice D.

4.1 Caracterização da amostra

A presente pesquisa centra-se em indivíduos que exercem influência nas decisões da CS e que possuem conhecimento em tecnologia BC, no estado de São Paulo. Dos 304 participantes na pesquisa, 178 foram respostas válidas (59%) por conhecerem a tecnologia BC e 126 respostas foram invalidadas devido à falta de conhecimento sobre a tecnologia, representando 41%, segundo a pergunta sobre se o entrevistado utiliza o *blockchain*, como demonstrado na Figura 14.

Figura 14 - Pergunta feita sobre a utilização da tecnologia BC em suas CS



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

As idades dos 178 respondentes variam entre 27 e 69 anos, com uma média de 42,5 anos e um desvio padrão de 9,269, conforme métricas estatísticas apresentado na Tabela 1. A média indica que os participantes têm entre 42 e 46 anos. O erro padrão da média, de 0,695, sugere uma estimativa precisa da média populacional e a moda, que é a idade mais frequente, é de 47 anos.

Tabela 1 - Idade dos entrevistados

Estatísticas		
IDADE		
N	Válido	178
	Omisso	0
Média		42,46
Erro de média padrão		,695
Modo		47
Erro Desvio		9,269
Variância		85,910
Assimetria		,191
Erro de assimetria padrão		,182
Curtose		-,607
Erro de Curtose padrão		,362
Mínimo		27
Máximo		69

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

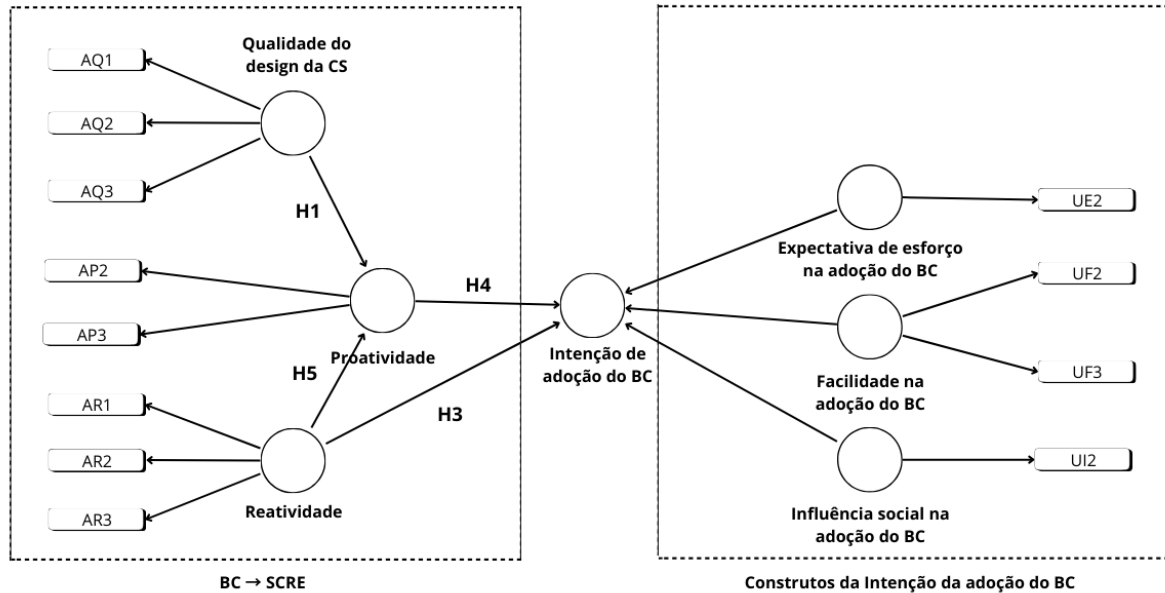
Ainda sobre a idade, a variância, de 85,910, reflete a dispersão dos dados em torno da média, e a assimetria, com valor de 0,191, indica que a distribuição das idades é ligeiramente inclinada para a direita, embora próxima de uma distribuição simétrica, uma vez que valores próximos de zero indicam simetria, apresentando um erro padrão da assimetria é de 0,182.

4.2 Revisão do modelo estrutural

O processo de validação da modelagem de equações estruturais levou à necessidade de ajustes no modelo estrutural original, com a exclusão das métricas: UC1, UC2 e UC3, resultando na remoção do Construto Confiança na adoção do BC, consequentemente impondo a mudança do modelo estrutural. Em relação ao modelo de mensuração, os itens AP1, UE1, UE3, UF1, UI1 e UI3 foram descartados em função do impacto provocado na confiabilidade composta e ou variância média extraída entre os construtos analisados (Apêndice E). A Figura

15 apresenta o modelo resultante dos ajustes promovidos durante a etapa de análise do modelo conceitual.

Figura 15 - Modelo estrutural após a remoção de algumas métricas



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

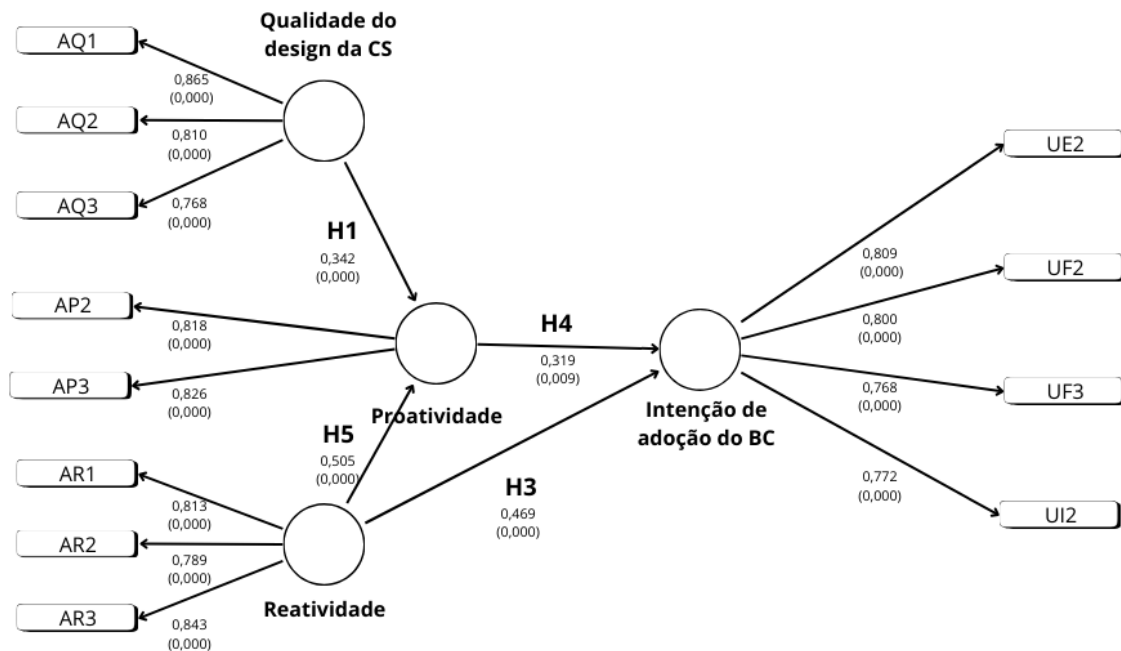
A eliminação do caminho entre a Qualidade do design da CS e a Intenção de adoção do BC, representado pela hipótese H2 no modelo estrutural, foi necessária devido ao valor da significância encontrada (Apêndice E), que indica uma relação fraca e irrelevante entre essas variáveis (Bowen e Guo, 2011; Hair *et al.*, 2021; Dzin e Lay, 2021). Isso sugere que a Qualidade do design da CS não impacta significativamente a intenção de adoção do BC, conforme os padrões aceitos na literatura (Adams e Lamont, 2003; Ringle *et al.*, 2014a; Hair *et al.*, 2021). Assim, a remoção deste caminho foi essencial para garantir a validade do modelo estrutural final, alinhando-se aos critérios de adequação teórica e empírica estabelecidos.

As decisões de recomposição do modelo são respaldadas pela literatura por Byrne, 2013; Hair *et al.*, 2019; Kline, 2023, que argumentam ser comum, durante o processo de modelagem de equações estruturais, a realização de ajustes em construtos e/ou remoção de variáveis que não atendem aos critérios de validade e confiabilidade. A simplificação do modelo estrutural é recomendada para melhorar a parcimônia do modelo, garantindo que ele permaneça efetivo, sem comprometer sua precisão teórica (Barros, 2015; Kline, 2023).

4.3 Apresentação do modelo validado

Após o processo iterativo de refinamento e ajuste do modelo, fundamentado nas análises estatísticas e nos critérios de validação previamente discutidos, chegou-se ao modelo estrutural final. Este modelo foi submetido ao algoritmo PLS-SEM® (*Partial Least Squares Structural Equation Modeling*) para uma avaliação de suas propriedades e relações entre os construtos. O objetivo desta validação é assegurar a robustez e confiabilidade do modelo, verificando sua capacidade de evidenciar as relações propostas entre *Design*, Reatividade, Proatividade e Implementação de BC na CS. A Figura 16 sintetiza o modelo resultante da modelagem por equações estruturais desenvolvido.

Figura 16 - Modelo estrutural



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

4.3 Teste de hipóteses

A análise estatística dos dados coletados foi realizada utilizando o *software* SmartPLS®, aplicando a técnica de Modelagem de Equações Estruturais por Mínimos Quadrados Parciais (Apêndice D), conforme recomendado por Hair *et al.* (2019) e Kline (2023). O procedimento incluiu a técnica de *bootstrapping* com 5 mil amostras para avaliar a significância estatística das relações do modelo (Apêndice F). A Tabela 2 apresenta os coeficientes de caminho (Beta) e os valores estatísticos para as hipóteses H1 a H5.

Tabela 2 - Hipóteses e coeficientes de análise

<i>Hipótese</i>	<i>Caminho</i>	<i>Beta</i>	<i>Desvio Padrão</i>	<i>Estatística t</i>	<i>p-valor</i>	<i>Decisão</i>
<i>H1</i>	<i>Design</i> → Proatividade	0,342	0,088	4,262	0,000	Sustentada
<i>H2</i>	<i>Design</i> → Int. de adoção do BC	0,037	---	---	---	Descartada ⁽¹⁾
<i>H3</i>	Reatividade → Proatividade	0,505	0,070	7,225	0,000	Sustentada
<i>H4</i>	Proatividade → Int. adoção do BC	0,319	0,122	2,616	0,009	Sustentada
<i>H5</i>	Reatividade → Int. adoção do BC	0,469	0,099	4,759	0,000	Sustentada

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Nota ⁽¹⁾: Hipótese H2 descartada em função de ajuste do modelo estrutural inicial (Apêndice E).

Os resultados indicam que quatro das cinco hipóteses propostas foram sustentadas pelos dados. Especificamente:

- (1) H1: O *Design* exerce um efeito positivo moderado sobre a Proatividade ($\beta = 0,342$; $p < 0,001$).
- (2) H3: A Reatividade impacta significativamente a Proatividade ($\beta = 0,505$; $p < 0,001$).
- (3) H4: A Proatividade influencia positivamente a Implementação do *Blockchain* ($\beta = 0,319$; $p = 0,009$).
- (4) H5: A Reatividade impacta positivamente a Implementação do *Blockchain* ($\beta = 0,469$; $p < 0,001$).

Para avaliar a relevância das relações no modelo estrutural, foi calculado o *f*-quadrado (f^2), que mede o tamanho do efeito de uma variável exógena sobre uma variável endógena, apresentado na Tabela 3. De acordo com Byrne (2013), Hair *et al.* (2019) e Kline (2023), os valores de f^2 são interpretados da seguinte forma:

- 0,02: Efeito pequeno
- 0,15: Efeito médio
- 0,35: Efeito grande

Tabela 3 - Tamanho do efeito (f^2) das relações do modelo

Relação	f	f^2	Interpretação
<i>Design</i> → <i>Proatividade</i>	0,342	0,194	Efeito médio
<i>Design</i> → <i>Implementação BC</i> ¹	0,109	---	---
<i>Reatividade</i> → <i>Proatividade</i>	0,505	0,424	Efeito grande
<i>Proatividade</i> → <i>Implementação BC</i>	0,319	0,117	Efeito pequeno
<i>Reatividade</i> → <i>Implementação BC</i>	0,630	0,254	Efeito médio

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Analisando os valores de f^2 à luz dos critérios estabelecidos por Byrne (2013) e Hair *et al.* (2019):

- (1) *Design* → *Proatividade*: Com um f^2 de 0,194, o efeito é considerado médio. Isso indica que o *design* da CS contribui significativamente para a variação na proatividade.
- (2) *Reatividade* → *Proatividade*: O f^2 de 0,424 indica um efeito grande. A reatividade tem um impacto substancial sobre a proatividade, sugerindo que organizações capazes de responder rapidamente às mudanças tendem a ser mais produtivas.
- (3) *Proatividade* → *Implementação do BC*: O f^2 de 0,117 é classificado como um efeito pequeno. Embora a proatividade influencie a implementação do BC, seu impacto é modesto em comparação com outros fatores.
- (4) *Reatividade* → *Implementação do Blockchain*: Com um f^2 de 0,254, o efeito é médio. A reatividade tem um papel importante na adoção do BC, indicando que empresas ágeis estão mais propensas a incorporar essa tecnologia.

¹ Nota: O valor de f^2 para a relação *Design* → *Implementação BC* não foi calculado no modelo final, pois essa relação não estava presente após os ajustes no modelo estrutural (vide Apêndice D).

5 DISCUSSÃO

Com base nos objetivos e hipóteses delineadas, este estudo visa a aprofundar a compreensão da relação entre a percepção da SCRE e a intenção de adoção da tecnologia BC. Assim, a pesquisa centra-se na investigação da relação entre dois construtos principais: a **percepção do impacto do BC sobre a SCRE** e a **intenção de adoção desta tecnologia inovadora**. A pesquisa oferece uma perspectiva compreensiva na investigação dessa interação, sugerindo quais construtos e métricas têm contribuição significativa. O estudo de Chowdhury e Quaddus. (2017a) estabelece uma base sólida ao introduzir métricas fundamentadas na Teoria das Capacidades Dinâmicas das CS, referentes às habilidades das organizações em adaptar, reconfigurar e renovar seus recursos e processos diante de mudanças e adversidades (Belhadi *et al.*, 2022; Chari *et al.*, 2022; Raj *et al.*, 2022). Este arcabouço teórico é essencial para avaliar a SCRE, em cenários dinâmicos pois permite compreender como as CS respondem e se recuperam de interrupções, garantindo continuidade e eficiência operacional (Gu *et al.*, 2023; Pu *et al.*, 2023; Ren *et al.*, 2023).

Complementando esta abordagem, o modelo UTAUT aplicado à implementação da tecnologia BC, conforme proposto por Queiroz *et al.* (2021), enriquece a análise ao considerar os fatores comportamentais e tecnológicos que influenciam a adoção da tecnologia BC (Gong *et al.*, 2022; Tian *et al.*, 2022; Wong *et al.*, 2022). Este modelo oferece uma estrutura que possibilita a compreensão das interações na adoção de novas tecnologias, especificamente no contexto do BC (Han; Fang, 2023; Karuppiah; Sankaranarayanan; Ali, 2023; Peng; Chen; Wang, 2023).

Ao incorporar elementos como confiança, expectativa de esforço, influência social e facilidade percebida, o UTAUT, em combinação com o estudo de Chowdhury *et al.* (2017a) baseado na DCV, proporciona uma compreensão holística das dinâmicas organizacionais envolvidas na incorporação do BC (Kamble; Gunasekaran; Arha, 2019; Chari *et al.*, 2022; Raj *et al.*, 2022). Esta integração é particularmente relevante em contextos nos quais a adaptabilidade e a resposta rápida às mudanças de mercado são cruciais. Neste contexto teórico, a SCRE é operacionalizada por meio de três construtos de segunda ordem: qualidade do *design*, reatividade e proatividade da cadeia de suprimentos (Chowdhury *et al.*, 2017b; Abou Kamar *et al.*, 2023; Ren; Jing; Zhang, 2023). Os itens (métricas) de cada um dos construtos de 1ª ordem são discutidos no Apêndice G.

A **qualidade do design da CS** refere-se à eficácia com que a CS é estruturada para atender às demandas do mercado e enfrentar interrupções. Isso promove a flexibilidade,

permitindo a adaptações rápidas a mudanças de mercado (Jüttner; Maklan, 2011; Tenhiälä; Salvador, 2014; Woods *et al.*, 2016), além de facilitar a integração de tecnologias emergentes, otimização de processos, prevenção de falhas e a análise de dados ao permitir a compreensão dos diferentes fluxos organizacionais e suas inter-relações (Kamble; Gunasekaran; Arha, 2019; Raj *et al.*, 2022; Chowdhury *et al.*, 2023).

A **reatividade** envolve a capacidade de resposta rápida e eficaz a eventos adversos. Sistemas bem projetados podem mitigar os efeitos de interrupções de diversas origens, como desastres naturais ou falhas de fornecedores (Vugrin; Warren; Ehlen, 2011). Esta capacidade pode ser aprimorada mediante planos de contingência, comunicação eficaz, fortalecimento de parcerias estratégicas dentro da CS, aumento do compartilhamento de informações e recursos, bem como a adoção de tecnologias que permitam maior visibilidade e monitoramento em tempo real, facilitando respostas ágeis a incidentes (Betto; Garengo, 2023; Gu *et al.*, 2023; Zavala-Alcívar *et al.*, 2023).

A proatividade está relacionada à capacidade de antecipação de oportunidades e desafios na cadeia, indo além da otimização de processos internos, envolvendo a identificação e eliminação de ineficiências e a implementação de práticas orientadas a resultados, contribuindo para a competitividade e sustentabilidade da CS (Falasca; Zobel; Cook, 2008; Bozarth *et al.*, 2009; Ponis; Koronis, 2012). Este achado destaca a complexidade das interações entre os diferentes aspectos da resiliência e a adoção tecnológica, sugerindo que a influência do design da CS sobre a adoção do BC ocorre de forma indireta, mediada pela proatividade (Mwangi; Kiiru, 2021; Gu *et al.*, 2023; Mazzoni, 2023).

A diversidade geográfica dos compradores e a seleção de fornecedores em várias regiões podem contribuir efetivamente para a mitigação de riscos, reduzindo a vulnerabilidade a interrupções produtivas (Chari *et al.*, 2022; Raj *et al.*, 2022; Pu *et al.*, 2023). Adicionalmente, o design eficiente da CS promove um ambiente propício para a proatividade, elevando a confiança no fornecimento, aprimorando a transparência e facilitando a integração de tecnologias como o BC (Akter *et al.*, 2013; Fawcett *et al.*, 2014; Shah *et al.*, 2020).

Além disso, as hipóteses **H3** e **H4** indicaram que tanto a reatividade quanto a proatividade das CS impactam positivamente a intenção de adoção da tecnologia BC, reforçando a ideia de que a capacidade de adaptação e a eficiência operacional são fundamentais para a incorporação de tecnologias disruptivas (Shah *et al.*, 2020; Abou Kamar *et al.*, 2023; Chowdhury *et al.*, 2023). A hipótese **H5**, que relaciona a reatividade com a proatividade, também foi confirmada, evidenciando que uma maior capacidade de resposta a mudanças

contribui para um aumento na proatividade geral da cadeia de suprimentos (Mwangi; Kiiru, 2021; Chari *et al.*, 2022; Zaoui *et al.*, 2023).

Estes achados sublinham a importância de focar em elementos que fortalecem a proatividade dentro das cadeias de suprimentos, uma vez que este fator não apenas potencializa a SCRE, favorecendo a adoção de inovações tecnológicas, como o BC. Neste sentido, a proatividade, atua como um facilitador intermediário, fortalecendo a viabilidade e a sustentabilidade da implementação de novas tecnologias (Jüttner; Maklan, 2011; Chowdhury *et al.*, 2023; Pu *et al.*, 2023). Desta forma, a integração do DCV com o UTAUT proporciona uma análise mais completa das capacidades organizacionais necessárias para a adaptação e adoção do *blockchain*, destacando a necessidade de alinhar práticas de resiliência com estratégias tecnológicas para maximizar os benefícios operacionais e competitivos (Kouhizadeh; Sarkis; Zhu, 2019; Agnusdei; Coluccia, 2022; Collart; Canales, 2022).

Esse estudo sugere que a SCRE, especialmente por meio da qualidade do *design* e da reatividade, está associada à proatividade, que, por sua vez, influencia a intenção de adoção da tecnologia BC (Dubey *et al.*, 2020; Razak; Hendry; Stevenson, 2021; Sengupta *et al.*, 2022). Estes *insights* oferecem uma base fundamentada para a discussão de mecanismos subjacentes à adoção de tecnologias emergentes para as CS, assim como para o desenvolvimento de estratégias que promovam resiliência e inovação tecnológica nas organizações (Ivanov, Dolgui, Sokolov, 2019; Lohmer; Bugert; Lasch, 2020; Rejeb *et al.*, 2022a).

Análise e discussão das hipóteses

A seguir, é apresentada uma análise das hipóteses formuladas no estudo, relacionando as variáveis-chave como qualidade do *design* da CS, reatividade, proatividade e a intenção de adoção da tecnologia BC. O objetivo desta seção é discutir as implicações dos resultados obtidos em termos de validação ou rejeição das hipóteses, além de explorar as possíveis razões por trás desses resultados.

H1: A Qualidade do *design* da cadeia de suprimentos impacta positivamente na proatividade.

A relação entre a qualidade do design e a reatividade é direta. Nesse sentido, um design adequadamente estruturado proporciona uma compreensão clara dos fluxos de trabalho e processos, permitindo a eliminação de gargalos e ineficiências (Shen; Sun, 2023; Wang *et al.*, 2024; Yu *et al.*, 2024). Isso contribui para a otimização das operações, que, por sua vez, resulta em uma maior capacidade de resposta a mudanças e interrupções. O conhecimento preciso do

fluxo de trabalho é fundamental para reestruturar processos e fazer ajustes que minimizam riscos organizacionais e eliminam retrabalho (Ivanov *et al.*, 2023; Chervenкова; Ivanov, 2023; Haji; Himpel, 2024). Além disso, com um design de CS bem formulado, as cadeias de suprimentos podem reagir de maneira mais eficaz a situações inesperadas, o que é crucial para manter a SCRE em operação otimizada (Kähkönen *et al.*, 2023; Shen; Sun, 2023; Wang *et al.*, 2024). Neste contexto, a reatividade se beneficia de práticas bem estruturadas, que são implementadas para sustentar a competitividade e a eficiência contínua (Belhadi *et al.*, 2022; Betto; Garengo, 2023; Zavala-Alcívar *et al.*, 2023).

H2: A Qualidade do *design* de cadeias de suprimentos impacta positivamente na intenção de adoção da tecnologia *blockchain*.

Apesar da lógica por trás dessa hipótese, os resultados não validaram esta relação, o que pode sugerir que, em muitos casos, CS com um *design* de alta qualidade já possuem processos bem ajustados e fluxos claros (Gu *et al.*, 2023; Mazzoni, 2023; Narassima *et al.*, 2023). Isso sugere que, nestes casos, a necessidade de novas tecnologias, como o BC, não seja tão premente, ou seja, as empresas que já têm uma visibilidade clara e compreendem bem seus processos podem ver o BC como uma adição desnecessária no curto prazo, especialmente quanto a barreiras à implementação do BC, como o consumo de energia, complexidade técnica e falta de profissionais ainda são percebidas como desafios (Rosenzweig; Roth; Dean, 2003; Zaoui *et al.*, 2023; Zavala-Alcívar *et al.*, 2023). A rejeição desta hipótese pode significar uma lacuna de pesquisa para futuras investigações sobre a aplicabilidade do BC em ambientes de alta maturidade organizacional e boas práticas estabelecidas. Outro fator relevante é em relação à visão dos profissionais que trabalham em CS com *design* consolidados, que podem revelar oportunidades de explorar novas vertentes e posicionamentos a respeito da intenção de implementação da tecnologia BC.

H3: A Reatividade de cadeias de suprimentos impacta positivamente na intenção de adoção da tecnologia *blockchain*.

Cadeias de suprimentos reativas são, por definição, ágeis e capazes de responder rapidamente às mudanças do mercado. Assim, o uso do BC pode ampliar esta capacidade, fornecendo maior visibilidade e transparência nas operações, o que é crucial para tomar decisões rápidas e informadas (Woods *et al.*, 2016; Belhadi *et al.*, 2022; Betto; Garengo, 2023). A aceitação desta hipótese indica que, ao fornecer uma maior eficiência nos processos e uma resposta mais ágil às mudanças, o BC pode melhorar a reatividade das cadeias de suprimentos

(Hosseini; Ivanov; Dolgui, 2019a; Hosseini; Ivanov; Dolgui, 2019a; Zavala-Alcívar *et al.*, 2020). Entretanto, como observado, as barreiras, como a rigidez do sistema e a necessidade de monitoramento constante, podem limitar essa capacidade reativa (Ivanov; Dolgui, 2019a; Serra; Jauregui, 2022; Ivanov, 2023a). A tecnologia pode fornecer uma resposta mais rápida às interrupções, mas isso exige atualizações contínuas e uma adaptação organizacional, o que pode ser oneroso a longo prazo (Adobor, 2020; Hosseini; Ivanov, 2022b; Bag *et al.*, 2023a; 2023b).

H4: A Proatividade de cadeias de suprimentos impacta positivamente na intenção de adoção da tecnologia *blockchain*.

A reatividade é um dos principais objetivos de qualquer organização, e o BC oferece ferramentas que podem melhorar diretamente a capacidade de resposta operacional, uma vez que a visibilidade aprimorada, a integração e o compartilhamento de informações em tempo real são aspectos que reduzem erros e retrabalho, além de permitir adaptações rápidas a mudanças no ambiente (Mwangi; Kiiru, 2021; Zaoui *et al.*, 2023; Chowdhury *et al.*, 2023). O fato de que essa hipótese foi aceita sugere que, em cadeias de suprimentos onde a reatividade é uma prioridade, a adoção do BC é vista como uma maneira de potencializar ainda mais a agilidade e a eficiência nas respostas a interrupções e variações (Ni *et al.*, 2010; Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019a; Ivanov, 2020).

H5: A reatividade impacta positivamente na proatividade.

A reatividade, ou a capacidade de se ajustar rapidamente às flutuações do mercado, é um fator crítico para manter a eficiência em um cenário globalizado e volátil, especialmente diante de eventos inesperados como crises sociais, conflitos internacionais ou mudanças econômicas. Cadeias de suprimento reativas podem ajustar suas operações rapidamente para minimizar tempos de inatividade e maximizar o uso eficaz dos recursos (Fan; Stevenson, 2018; Carneiro *et al.*, 2019; Porpiglio, 2019). Além disso, cadeias de suprimento mais reativas estão melhor posicionadas para aproveitar oportunidades de mercado emergentes, pois conseguem introduzir novos produtos ou serviços mais rapidamente, antecipando tendências ou respondendo eficazmente ao feedback dos clientes (Govindan; Fattahi; Keyvanshokoo, 2017; Prakash *et al.*, 2017; Matos, 2019).

Cada hipótese apresentada revela nuances sobre a relação entre *design*, reatividade, proatividade e a adoção da tecnologia BC nas CS. Embora a adoção do BC esteja fortemente ligada à proatividade e reatividade, há uma clara hesitação em implementá-lo em cenários em

que o *design* da cadeia já é robusto e bem estruturado (Feki; Dudézert, 2023; Han; Fang, 2023; Peng; Chen; Wang, 2023). Esta rejeição sugere que a adoção do BC pode ser mais vantajosa em cenários de menor maturidade operacional, onde a inovação tecnológica é vista como uma solução necessária para superar deficiências (Tian *et al.*, 2022; Wong *et al.*, 2022; Karuppiah; Sankaranarayanan; Ali, 2023).

Com base na análise das hipóteses e nos resultados obtidos, o modelo final nos proporciona uma visão abrangente sobre a relação entre a qualidade do *design* da CS, reatividade, proatividade e a intenção de adoção da tecnologia BC. Este modelo não só evidencia como esses fatores interagem entre si, mas também oferece uma compreensão clara dos desafios e oportunidades para a implementação de tecnologias emergentes no contexto das CS.

Os resultados mostraram que a qualidade do design da CS tem um impacto direto e significativo na reatividade, revelado pela hipótese **H1**, reforçando a ideia de que um design eficiente permite fluxos de trabalho mais coesos e uma utilização mais eficaz de recursos, o que, em última análise, maximiza a capacidade de resposta a mudanças (Chowdhury *et al.*, 2023; Zaoui *et al.*, 2023). No entanto, a hipótese **H2**, que sugeria um impacto positivo da qualidade do design na intenção de adoção do BC, não foi validada. Este resultado inesperado sugere que empresas com um design de CS mais maduro e eficiente podem não ver a adoção do BC como uma prioridade imediata, já que seus processos internos estão funcionando bem sem a necessidade de novas implementações tecnológicas. Levanta-se, assim, uma questão importante para pesquisas futuras: a adoção de tecnologias disruptivas, como o BC, é mais necessária para organizações com processos menos maduros?

Por outro lado, a reatividade das cadeias de suprimentos se mostrou um fator-chave tanto para a eficiência obtida por **H5**, quanto para a intenção de adoção do BC em **H3**, confirmando que CS mais reativas, capazes de responder rapidamente a mudanças no ambiente externo, têm maior propensão a buscar novas soluções tecnológicas que ampliem sua capacidade de adaptação e eficiência (Hosseinie; Barker, 2016; Ivanov *et al.*, 2017; Ivanov, 2023a). A adoção do BC pode fornecer a essas empresas a visibilidade e a rastreabilidade necessárias para responder de forma mais rápida e precisa a interrupções e desafios. Além disso, a capacidade de se adaptar a mudanças e flutuações de mercado, que é inerente à reatividade, influencia diretamente na eficiência, uma vez que minimiza o tempo de inatividade e maximiza o uso eficaz de recursos (Bag *et al.*, 2023a; 2023b; Xu *et al.*, 2023; Zhao; Li, 2023).

A proatividade resulta em ganhos de eficiência, que por sua vez, impacta diretamente a intenção de adoção do BC, conforme mostrado em **H4**, em que otimizar suas operações e

reduzir custos através de processos eficazes tende a fazer com que vejam o BC como uma ferramenta adicional que pode aprimorar ainda mais essas vantagens competitivas (Jain *et al.*, 2017; Vecchi; Vallisi, 2019; Ma *et al.*, 2023). A visibilidade e a segurança proporcionadas pela tecnologia podem reduzir ainda mais os erros e melhorar a integração de processos, colaborando para o aumento da eficiência operacional (Thekdi; Santos, 2019; Shin; Park, 2021; Choi *et al.*, 2023).

Estes achados também apontam para a influência social e facilidade de uso como fatores importantes na adoção do BC. A aceitação das métricas relacionadas à influência social na pesquisa empírica demonstra que líderes e influenciadores, dentro das organizações, podem desempenhar um papel vital, ao encorajar a implementação de novas tecnologias (Azmi *et al.*, 2022; Hervani *et al.*, 2022; Li *et al.*, 2022). No entanto, a ausência de pressão social em algumas áreas, conforme indicado por uma das métricas rejeitadas, pode explicar a resistência ou o atraso na adoção do BC em determinadas organizações (Cui; Idota, 2018; Etemadi *et al.*, 2021; Tsolakis *et al.*, 2021). Adicionalmente, as métricas de facilidade evidenciam que, apesar de o BC ser compatível com tecnologias já existentes, muitas organizações ainda enfrentam desafios relacionados à falta de recursos e à complexidade percebida da tecnologia (Min, 2019; Queiroz; Telles; Bonilla, 2019; Nandi *et al.*, 2021). Isso sugere que, para uma adoção mais ampla, será necessária uma maior conscientização e educação sobre como o BC pode ser integrado de forma eficaz nos sistemas existentes, além de políticas que incentivem o desenvolvimento de infraestrutura e capacitação de profissionais (Nandi *et al.*, 2020; Khalid *et al.*, 2021; Chowdhury *et al.*, 2022).

O modelo desenvolvido sustenta a relação entre os construtos qualidade do *design* da CS, proatividade, reatividade e intenção de adoção do BC, sendo que os resultados sugerem que a adoção de tecnologias como o BC pode variar conforme o nível de maturidade dos processos internos de uma organização (Kouhizadeh; Sarkis; Zhu, 2019; Dubey *et al.*, 2020; Sengupta *et al.*, 2022). O BC se apresenta como uma solução promissora para cadeias de suprimentos que buscam maior resiliência e transparência, mas sua implementação requer um planejamento cuidadoso, recursos adequados e, principalmente, uma compreensão clara dos benefícios específicos que a tecnologia pode oferecer em cada contexto (Tsolakis *et al.*, 2021; Collart; Canales, 2022; Charles; Emrouznejad; Gherman, 2023).

Este estudo investigou a relação entre a crença de que a tecnologia BC resulta em ganhos na SCRE e a intenção de sua adoção, os resultados sugerem que, embora a qualidade do design das CS não impacte diretamente essa intenção, ela influencia indiretamente por meio da proatividade (Bayramova; Edwards; Roberts, 2021; Gupta *et al.*, 2023; Kazancoglu, *et al.*,

2023). Organizações com design eficiente podem não ver a necessidade imediata de adotar o BC, pois já alcançam benefícios como rastreabilidade e transparência, no entanto, o BC é visto como crucial para empresas enfrentando desafios de reatividade e proatividade, destacando a importância de entender como diferentes níveis de maturidade de processos afetam a adoção de novas tecnologias (Huang *et al.*, 2018; Dolgui; Ivanov, 2020; Amentae; Gebresenbet, 2021).

6 CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo explorou, como problema de pesquisa, a relação entre a compreensão de ganho de resiliência em cadeias de suprimento com a utilização de *blockchain* e a intenção de adoção dessa tecnologia, focalizando o trabalho, neste sentido, na questão de pesquisa: a compreensão da relação entre resiliência de cadeias de suprimentos e *blockchain* influencia a intenção de adoção desta tecnologia? O objetivo central foi investigar a presença da relação entre a compreensão da tecnologia *blockchain* como potencializadora da resiliência de cadeias de suprimentos e a intenção de adoção desta tecnologia.

Nesse sentido, a partir da modelagem conceitual, com base em referencial atual e de impacto, foi proposto um *framework* composto pelas potenciais relações de antecedência e consequência entre os construtos adotados e, com base na estrutura estabelecida, foram formuladas 5 hipóteses orientadas para a avaliação da sustentação do modelo desenhado. Por meio de uma pesquisa descritiva e quantitativa, suportada por ferramental estatístico, em particular modelagem por equações estruturais, verificou-se – a partir de uma amostra composta por executivos operando em cadeias de suprimentos – a necessidade de ajustes envolvendo o modelo de mensuração e o modelo estrutural. Entretanto, 4 das 5 hipóteses foram suportadas pelo modelo resultante.

Os resultados sugerem, em síntese, que o Design de Cadeias de Suprimentos impacta positivamente a Proatividade, sendo que esse último fator, assim como Reatividade de Cadeias de Suprimentos são construtos antecedentes da Intenção de Adoção da Tecnologia Blockchain. Disto, infere-se que o conhecimento ou o desenvolvimento da perspectiva de associação positiva entre adoção do Blockchain e expansão da Resiliência em Cadeias de Suprimentos por decisores nessas redes potencializa a adoção dessa tecnologia.

Contribuições Teóricas e Gerenciais

Uma das principais contribuições teóricas deste trabalho reside na investigação da relação entre a compreensão do impacto da tecnologia BC no ganho de resiliência de cadeias de suprimentos e a intenção de adoção dessa tecnologia. Em particular, o estudo dos construtos de 1ª ordem, proatividade, reatividade e qualidade do *design* das cadeias de suprimentos, como antecedentes da intenção de adoção da tecnologia Blockchain, fornece achados que robustecem um entendimento mais detalhado de intenção de adoção e contribuem para o avanço da compreensão em estudos ulteriores.

Os resultados indicam que, embora a qualidade do *design* das CS não tenha impacto direto na intenção de adoção o BC, esse efeito ocorre de forma indireta pelo impacto positivo na proatividade, sugerindo que organizações participantes de cadeias de suprimentos com melhores *designs* possuem maior tendência à consideração de adoção do *blockchain* provavelmente pelo acesso facilitado aos benefícios como rastreabilidade e transparência. Outra questão decorrente a ser eventualmente discutida é a propensão a considerar a tecnologia Blockchain por cadeias de suprimentos com design de qualidade em função do nível de eficiência já alcançado. O avanço do entendimento da dinâmica entre design, proatividade e adoção tecnológica pode ser crucial para identificar onde e como o Blockchain pode realmente gerar valor na compreensão de decisores em cadeias de suprimentos.

Em relação a contribuições gerenciais, as métricas utilizadas no estudo, validadas e utilizadas em trabalhos anteriores publicadas em periódicos com impacto e atualidade, fornecem bases vigorosas para a construção de instrumentos de pesquisa e gestão de negócios e, eventualmente, a serem ampliados ao longo da rede de atores presentes na cadeia de suprimentos. Adicionalmente, o desenvolvimento de avaliação da situação dos membros da rede ao longo do tempo possibilita um gerenciamento supra corporativo de variáveis fundamentais do processo evolutivo da cadeia de suprimentos, inclusive envolvendo investimentos ou incentivos da manutenção de sua qualidade do *design*, proatividade e reatividade desses arranjos.

Limitações da Pesquisa e sugestão para estudos futuros

Embora o estudo tenha sido conduzido com rigor metodológico, suas limitações devem ser reconhecidas. Primeiramente, a amostra considerou profissionais atuantes em empresas localizadas no estado de São Paulo, comprometendo a generalização dos resultados para outros contextos institucionais. Devem ser consideradas naturalmente as ressalvas associadas ao algoritmo do SmartPLS®, em função da flexibilização de algumas premissas estatísticas. E, disto, seu impacto nos ajustes e validação do modelo resultante. O período de coleta de dados (2024) incorpora uma consciência da tecnologia Blockchain depois de cerca de 1 década do início de abordagens acadêmicas do construto, sugerindo que os resultados devem ser vinculados ao momento histórico da presente pesquisa.

Tendo como uma das perspectivas, a abordagem e os resultados dessa investigação, podem ser elencados como potenciais e promissores estudos futuros: (1) comparação entre cadeias de suprimentos de diferentes setores ou áreas geográficas ou ainda em ambientes institucionais distintas (legislação, incentivos, cultura et.); (2) identificação de fatores

intervenientes nas perspectivas em relação à tecnologia blockchain, comparando empresas adotantes e não adotantes da tecnologia identificação de construtos; e (3) pesquisas qualitativas orientadas para a exploração de fatores e/ou categorias emergentes ou não reconhecidas, relacionadas ao nível do conhecimento e compreensão da relação entre resiliência em cadeias de suprimentos, Blockchain e adoção ou não dessa tecnologia; e (4) identificação de construtos moderadores e mediadores da relação estudada, ampliando a compreensão do fenômeno.

REFERÊNCIAS

- ABEYRATNE, S.; MONFARED, R. Blockchain Ready Manufacturing Supply Chain Using Distributed Ledger. *International Journal of Research in Engineering and Technology*, [S. l.], v. 5, 2016.
- ABIDEEN, A.; MOHAMAD, F. B. Improving the performance of a Malaysian pharmaceutical warehouse supply chain by integrating value stream mapping and discrete event simulation. *Journal of Modelling in Management*, [S. l.], v. 16, n. 1, 70-102, 2021.
- ABOU KAMAR, M.; ALBADRY, O. M.; SHEIKHELSOUK, S.; ALI AL-ABYADH, M. H.; ALSETOOHY, O. Dynamic Capabilities Influence on the Operational Performance of Hotel Food Supply Chains: A Mediation-Moderation Model. *Sustainability*, [S. l.], v. 15, n. 18, p. 13562, 2023.
- ABU-RUMMAN, A.; AL SHRAAH, A.; AL-MADI, F.; ALFALAH, T. Entrepreneurial networks, entrepreneurial orientation, and performance of small and medium enterprises: are dynamic capabilities the missing link? *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, [S. l.], v. 10, n. 1, p. 29, 2021.
- ADAMS, G. L.; LAMONT, B. T. Knowledge management systems and developing sustainable competitive advantage. *Journal of Knowledge Management*, [S. l.], v. 7, n. 2, p. 142-154, 2003.
- ADOBOR, H. Supply chain resilience: an adaptive cycle approach. *International Journal of Logistics Management*, [S. l.], v. 31, n. 3, p. 443-463, 2020.
- AGNUSDEI, G. P.; COLUCCIA, B. Sustainable agrifood supply chains: Bibliometric, network and content analyses. *Science of the Total Environment*, [S. l.], v. 824, n. 153704, 2022.
- AGUNG, A. A. G.; HANDAYANI, R. Blockchain for smart grid. *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*, [S. l.], v. 34, n. 3, p. 666-675, 2022.
- AHARON, D. Y.; UMAR, Z.; VO, X. V. Dynamic spillovers between the term structure of interest rates, bitcoin, and safe-haven currencies. *Financial Innovation*, [S. l.], v. 7, n. 1, 2021.
- AKTER, S.; D'AMBRA, J.; RAY, P.; HANI, U. Modelling the impact of mHealth service quality on satisfaction, continuance and quality of life. *Behaviour & Information Technology*, [S. l.], v. 32, n. 12, p. 1225-1241, 2013.
- ALALWAN, A. A.; DWIVEDI, Y. K.; RANA, N. P. Factors influencing adoption of mobile banking by Jordanian bank customers: Extending UTAUT2 with trust. *International Journal of Information Management*, [S. l.], v. 37, n. 3, p. 99-110, 2017.
- ALI, A.; MAHFOUZ, A.; ARISHA, A. Analysing supply chain resilience: integrating the constructs in a concept mapping framework via a systematic literature review. *Supply Chain Management*, [S. l.], v. 22, n. 1, p. 16-39, 2017.
- ALI, M. H.; SULEIMAN, N.; KHALID, N.; TAN, K. H.; TSENG, M. L.; KUMAR, M. Supply chain resilience reactive strategies for food SMEs in coping to COVID-19 crisis. *Trends in Food Science and Technology*, [S. l.], v. 109, p. 94-102, mar., 2021.
- ALI, P.; YOUNAS, A. Understanding and interpreting regression analysis. *Evidence Based Nursing*, [S. l.], v. 24, n. 4, p. 116-118, 2021.
- ALLADI, T.; CHAMOLA, V.; PARIZI, R. M.; CHOO, K.-K. R. Blockchain Applications for Industry 4.0 and Industrial IoT: A Review. *IEEE Access*, [S. l.], v. 7, p. 176935-176951, 2019.
- ALMANZA, A.; CARLESSO, A.; CHINTHA, C.; CREEDICAN, S.; DOULTSINOS, D.;

LEUZZI, B.; LUÍS, A.; MCCARTHY, N.; MONTIBELLER, L.; MORE, S.; PAPAIOANNOU, A.; PÜSCHEL, F.; SASSANO, M. L.; SKOKO, J.; AGOSTINIS, P.; de BELLEROCHE, J.; ERIKSSON, L. A.; FULDA, S.; GORMAN, A. M.; HEALY, S.; KOZLOV, A.; MUÑOZ-PINEDO, C.; REHM, M.; CHEVET, E.; SAMALI, A. Endoplasmic reticulum stress signalling - from basic mechanisms to clinical applications, 2019.

ALTHOBAITI, M. M. Blockchain adoption opportunities in healthcare sector. *International Journal of Engineering Trends and Technology*, [S. l.], v. 68, n. 10, p. 117-120, 2020.

ALTMAN, N.; KRZYWINSKI, M. Points of Significance: Association, correlation and causation. *Nature Methods*, [S. l.], v. 12, n. 10, p. 899-900, 2015.

ALVES FERREIRA, R. *Proposta de um modelo quantitativo com base em lógica fuzzy para caracterização de cadeias de suprimento em empresas*. Orientador: Kleber Francisco Espôsto. 2017. 93f. Dissertação (Mestrado Engenharia de Produção) - Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2017. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18156/tde-22012018-095550/publico/RafaelAlvesFerreiraDEFINITIVO.pdf>. Acesso em: 6 nov. 2024.

AMENTAE, T. K.; GEBRESENBET, G. Digitalization and future agro-food supply chain management: A literature-based implications. *Sustainability*, Suíça, v. 13, n. 21, 2021.

ANDROULAKI, E.; BARGER, A.; BORTNIKOV, V.; CACHIN, C.; CHRISTIDIS, K.; De CARO, A.; ENYEART, D.; FERRIS, C.; LAVENTMAN, G.; MANEVICH, Y.; MURALIDHARAN, S.; MURTHY, C.; NGUYEN, B.; SETHI, M.; SINGH, G.; SMITH, K.; SORNIOTTI, A.; STATHAKOPOULOU, C.; VUKOLIĆ, M.; YELICK, J. Hyperledger fabric. *Proceedings of the Thirteenth EuroSys Conference*, EuroSys, Porto - Portugal, abr. 2018.

ANOKHIN, S.; MORGAN, T.; JONES CHRISTENSEN, L.; SCHULZE, W. Local context and post-crisis social venture creation. *Strategic Entrepreneurship Journal*, [S. l.], v. 17, n. 1, p. 40-60, 2023.

ARANHA, F.; ZAMBALDI, F. Estatística multivariada. *Revista de Administração de Empresas*, [S. l.], v. 45, n. 4, p. 128, 2005.

ARIAS, M. A.; RESTREPO-ECHAVARRÍA, P. *Sovereign Debt Crisis in Europe Recalls the Lost Decade in Latin America*. Federal Reserve Bank of Saint Louis, 2015. Disponível em: <https://www.stlouisfed.org/publications/regional-economist/january-2015/sovereign-debt-crisis>. Acesso em: 8 nov. 2024.

ASANTE, M.; EPIPHANIOU, G.; MAPLE, C.; AL-KHATEEB, H.; BOTTARELLI, M.; GHAFOR, K. Z. Distributed Ledger Technologies in Supply Chain Security Management: A Comprehensive Survey. *IEEE Transactions on Engineering Management*, [S. l.], v. 70, n. 2, p. 713-739, 2023.

ASSUMPÇÃO, M. R. P. Reflexão para gestão tecnológica em cadeias de suprimento. *Gestão & Produção*, São Carlos, v. 10, n. 3, p. 345-361, 2003.

ASTE, T.; TASCA, P.; DI MATTEO, T. Blockchain Technologies: The Foreseeable Impact on Society and Industry. *Computer*, [S. l.], v. 50, n. 9, p. 18-28, 2017.

AXELSSON, B.; EASTON, G. *Industrial networks*. Londres: Routledge, 2016. Routledge Revivals.

AZADI, M.; MOGHADDAS, Z.; CHENG, T. C. E.; FARZIPOOR SAEN, R. Assessing the sustainability of cloud computing service providers for Industry 4.0: a state-of-the-art analytical approach. *International Journal of Production Research*, [S. l.], v. 61, n. 12, p. 4196-4213, 2023.

- AZMI, N. A.; SWEIS, G.; SWEIS, R.; SAMMOUR, F. Exploring Implementation of Blockchain for the Supply Chain Resilience and Sustainability of the Construction Industry in Saudi Arabia. *Sustainability*, Suíça, v. 14, n. 11, 2022.
- BAG, A.; MISHRA, P.; NANDE, S.; ATHREYA, S. H. *Blockchain-Enabled Supply Chain Management*, [S. l.], p. 45-68, 2023a.
- BAG, S.; WOOD, L. C.; TELUKDARIE, A.; VENKATESH, V. G. Application of Industry 4.0 tools to empower circular economy and achieving sustainability in supply chain operations. *Production Planning & Control*, [S. l.], v. 34, n. 10, p. 918-940, 2023b.
- BAIN, J. D.; MCNAUGHT, C. How academics use technology in teaching and learning: understanding the relationship between beliefs and practice. *Journal of Computer Assisted Learning*, [S. l.], v. 22, n. 2, p. 99-113, 2006.
- BAMEL, N.; PEREIRA, V.; BAMEL, U.; CAPPIELLO, G. Knowledge management within a strategic alliances context: past, present and future. *Journal of Knowledge Management*, [S. l.], v. 25, n. 7, p. 1782-1810, 2021.
- BARBOSA, M. W. Uncovering research streams on agri-food supply chain management: A bibliometric study. *Global Food Security*, [S. l.], v. 28, p. 100517, 2021.
- BARROS, M. Altmetrics: métricas alternativas de impacto científico com base em redes sociais. *Perspectivas Em Ciência Da Informação*, [S. l.], v. 20, n. 2, p. 19-37, 2015.
- BAUWENS, T.; VASKELAINEN, T.; FRENKEN, K. Conceptualising institutional complexity in the upscaling of community enterprises: Lessons from renewable energy and carsharing. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, [S. l.], v. 42, p. 138-151, 2022.
- BAYRAMOVA, A.; EDWARDS, D. J.; ROBERTS, C. The role of blockchain technology in augmenting supply chain resilience to cybercrime. *Buildings*, [S. l.], v. 11, n. 7, 2021.
- BAYS, P. M.; HUSAIN, M. Dynamic Shifts of Limited Working Memory Resources in Human Vision. *Science*, [S. l.], v. 321, n. 5890, p. 851-854, 2008.
- BEHZADI, G.; O'SULLIVAN, M. J.; OLSEN, T. L.; ZHANG, A. Agribusiness supply chain risk management: A review of quantitative decision models. *Omega*, Reino Unido, v. 79, p. 21-42, 2018.
- BELHADI, A.; KAMBLE, S. S.; VENKATESH, M.; CHIAPPETTA JABBOUR, C. J.; BENKHATI, I. Building supply chain resilience and efficiency through additive manufacturing: An ambidextrous perspective on the dynamic capability view. *International Journal of Production Economics*, [S. l.], v. 249, p. 108516, 2022.
- BETTO, F.; GARENGO, P. A circular pathway for developing resilience in healthcare during pandemics. *International Journal of Production Economics*, [S. l.], v. 266, p. 109036, 2023.
- BHATIA, M. S.; GANGWANI, K. K. Blockchain and supply chain logistics evolutionary case studies. *Production Planning & Control*, [S. l.], p.1-2, 2023.
- BODKHE, U.; TANWAR, S.; PAREKH, K.; KHANPARA, P.; TYAGI, S.; KUMAR, N.; ALAZAB, M. Blockchain for Industry 4.0: A Comprehensive Review. *IEEE Access*, v. 8, p. 79764-79800, 2020.
- BORNIA, A. C.; LORANDI, J. A. Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos (SCM) uma Estrutura Conceitual. *Revista FAE*, Curitiba, v. 14, n. 1, p. 92-109, 2011.
- BOWEN, N. K.; GUO, S. Preparing for an SEM Analysis. In: *Structural Equation Modeling*. Oxford: Oxford University Press, 2011. p. 52-72.

- BOZARTH, C. C.; WARSING, D. P.; FLYNN, B. B.; FLYNN, E. J. The impact of supply chain complexity on manufacturing plant performance. *Journal of Operations Management*, [S. l.], v. 27, n. 1, p. 78-93, 2009.
- BRAUNSCHEIDEL, M. J.; SURESH, N. C. The organizational antecedents of a firm's supply chain agility for risk mitigation and response. *Journal of Operations Management*, [S. l.], v. 27, n. 2, p. 119-140, 2009.
- BRUSSET, X.; TELLER, C. Supply chain capabilities, risks, and resilience. *International Journal of Production Economics*, [S. l.], v. 184, p. 59-68, jun., 2017a.
- BRUSSET, X.; TELLER, C. Supply chain capabilities, risks, and resilience. *International Journal of Production Economics*, [S. l.], v. 184, p. 59-68, 2017b.
- BUENO, A. F.; ALENCAR, L. H. The maturity of rail freight Logistics Service Providers in Brazil. *Producao*, [S. l.], v. 26, n. 2, p. 359-372, 2016.
- BUJA, A.; COOK, D.; HOFMANN, H.; LAWRENCE, M.; LEE, E.-K.; SWAYNE, D. F.; WICKHAM, H. Statistical inference for exploratory data analysis and model diagnostics. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, [S. l.], v. 367, n. 1906, p. 4361-4383, 2009.
- BYRNE, B. M. *Structural Equation Modeling With EQS*. Londres: Routledge, 2013.
- CARDOSO, M. de O. *Indústria 4.0: a quarta revolução industrial*. Orientador: Guilherme Alceu Schneider. 2016. Monografia (Especialização em Automação Industrial) - Departamento Acadêmico de Eletrônica - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2016. Disponível em: https://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/17086/1/CT_CEAUT_2015_08.pdf. Acesso em: 6 nov. 2024.
- CARNEIRO, M. B.; COSTA, F. H. D. O.; GILBERTO, T. M. J.; TOMAS, R. N. Gerenciamento de riscos para a cadeia de suprimentos: uma revisão sistemática de literatura. *Revista Produção Online*, [S. l.], v. 19, n. 3, p. 1048-1068, 2019.
- CARVALHO, H.; BARROSO, A. P.; MACHADO, V. H.; AZEVEDO, S.; CRUZ-MACHADO, V. Supply chain redesign for resilience using simulation. *Computers and Industrial Engineering*, [S. l.], v. 62, n. 1, p. 329-341, 2012.
- CENTOBELLI, P.; CERCHIONE, R.; CHIARONI, D.; DEL VECCHIO, P.; URBINATI, A. Designing business models in circular economy: A systematic literature review and research agenda. *Business Strategy and the Environment*, [S. l.], v. 29, n. 4, p. 1734-1749, 2020.
- CHAKRABORTY, O. Theories and Application of Organisational Change Management During the COVID-19 Era. In: TENNIN, K. Change Management During Unprecedented Times. *IEEE Access*, [S. l.], v. 8, p. 155-185, 2023.
- CHANG, S. E.; CHEN, Y.-C.; LU, M.-F. Supply chain re-engineering using blockchain technology: A case of smart contract based tracking process. *Technological Forecasting and Social Change*, [S. l.], v. 144, p. 1-11, 2019.
- CHARI, A.; NIEDENZU, D.; DESPEISSE, M.; MACHADO, C. G.; AZEVEDO, J. D.; BOAVIDA-DIAS, R.; JOHANSSON, B. Dynamic capabilities for circular manufacturing supply chains—Exploring the role of Industry 4.0 and resilience. *Business Strategy and the Environment*, [S. l.], v. 31, n. 5, p. 2500-2517, 2022.
- CHARLES, V.; EMROUZNEJAD, A.; GHERMAN, T. A critical analysis of the integration of blockchain and artificial intelligence for supply chain. *Annals of Operations Research*, [S. l.], v. 327, n. 1, p. 7-47, 2023.

- CHEBO, A. K.; DHLIWAYO, S. Scientific mapping and thematic progression of digitalization of social entrepreneurship in developing countries. *Sustainable Futures*, [S. l.], v. 7, 2024.
- CHEN, Y.; LU, Y.; BULYSHEVA, L.; KATAEV, M. Y. Applications of Blockchain in Industry 4.0: a Review. *Information Systems Frontiers*, [S. l.], 2022.
- CHENG, H. K.; HU, D.; PUSCHMANN, T.; ZHAO, J. L. The landscape of Blockchain research: impacts and opportunities. *Information Systems and E-Business Management*, [S. l.], v. 19, n. 3, p. 749-755, 2021.
- CHERVENKOVA, T.; IVANOV, D. Adaptation strategies for building supply chain viability: A case study analysis of the global automotive industry re-purposing during the COVID-19 pandemic. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, [S. l.], v. 177, 2023.
- CHIN, W. W. The partial least squares approach for structural equation modeling. In: MARCOULIDES, G. A. *Modern methods for business research*. Nova Jersey: Lawrence Erlbaum Associates Inc., 1998. p. 295-338.
- CHIU, C. H.; CHOI, T. M. Supply chain risk analysis with mean-variance models: a technical review. *Annals of Operations Research*, [S. l.], v. 240, n. 2, p. 489-507, 2016.
- CHOI, T.-M.; CHEN, J.; LI, G.; YUE, X. Platform supply chain innovations in the blockchain era: the ABCDE framework. *International Journal of Production Research*, [S. l.], v. 61, n. 11, p. 3505-3511, 2023.
- CHOI, T. Y.; KRAUSE, D. R. The supply base and its complexity: Implications for transaction costs, risks, responsiveness, and innovation. *Journal of Operations Management*, [S. l.], v. 24, n. 5, p. 637-652, 2006.
- CHOPRA, S.; SODHI, M. M. S. Managing risk to avoid: Supply-chain breakdown. *MIT Sloan Management Review*, [S. l.], v. 46, n. 1, 2004.
- CHOPRA, S.; SODHI, M. S. Reducing the risk of supply chain disruptions. *MIT Sloan Management Review*, [S. l.], v. 55, n. 3, p. 73-80, 2014.
- CHOWDHURY, M. H.; QUADDUS, M. Supply chain readiness, response and recovery for resilience. *Supply Chain Management*, v. 21, n. 6, p. 709-731, 2016.
- CHOWDHURY, M. H.; QUADDUS, M. Supply chain resilience: Conceptualization and scale development using dynamic capability theory. *International Journal of Production Economics*, [S. l.], v. 188, p. 185-204, 2017a.
- CHOWDHURY, M. H.; QUADDUS, M. Supply chain resilience: Conceptualization and scale development using dynamic capability theory. *International Journal of Production Economics*, [S. l.], v. 188, p. 185-204, 2017b.
- CHOWDHURY, M. H.; QUADDUS, M. Supply chain resilience: Conceptualization and scale development using dynamic capability theory. *International Journal of Production Economics*, [S. l.], v. 188, p. 185-204, 2017c.
- CHOWDHURY, S.; RODRIGUEZ-ESPINDOLA, O.; DEY, P.; BUDHWAR, P. Blockchain technology adoption for managing risks in operations and supply chain management: evidence from the UK. *Annals of Operations Research*, [S. l.], v. 327, p. 539-574, 2022.
- CHOWDHURY, M. H.; MAHMUD, A. K. M. S.; BANIK, S.; RABBANEE, F. K.; QUADDUS, M.; ALAMGIR, M. Resilience strategies to mitigate “extreme” disruptions in sustainable tourism supply chain. *Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics*, [S. l.], v. 36, n. 2, jul. 2023.

- CHRISTIDIS, K.; DEVETSIKIOTIS, M. Blockchains and Smart Contracts for the Internet of Things. *IEEE Access*, [S. l.], v. 4, p. 2292-2303, 2016.
- COHEN, J. *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. Londres: Routledge, 2013.
- COLICCHIA, C.; DALLARI, F.; MELACINI, M. Increasing supply chain resilience in a global sourcing context. *Production Planning & Control*, [S. l.], v. 21, n. 7, p. 680-694, 2010.
- COLLART, A. J.; CANALES, E. How might broad adoption of blockchain-based traceability impact the U.S. fresh produce supply chain? *Applied Economic Perspectives and Policy*, [S. l.], v. 44, n. 1, p. 219-236, 2022.
- CORREIA, E.; CARVALHO, H.; AZEVEDO, S. G.; GOVINDAN, K. Maturity models in supply chain sustainability: A systematic literature review. *Sustainability*, Suíça, v. 9, n. 1, p. 1-26, 2017.
- CRAIGHEAD, C. W.; BLACKHURST, J.; RUNGTUSANATHAM, M. J.; HANDFIELD, R. B. The Severity of Supply Chain Disruptions: Design Characteristics and Mitigation Capabilities. *Decision Sciences*, [S. l.], v. 38, n. 1, p. 131-156, 2007.
- CRESWELL, J. *Qualitative inquiry and research design: choosing among five approaches*. 3 ed. California: Sages, 2013.
- CRESWELL, J. W.; CLARCK, V. L. P. *Designing and Conducting Mixed Methods Research*. 3. ed. California: Sage, 2017.
- CUI, Y.; IDOTA, H. Improving Supply Chain Resilience with Establishing A Decentralized Information Sharing Mechanism. In: MULTIDISCIPLINARY INTERNATIONAL SOCIAL NETWORKS CONFERENCE, 5, 2018, Nova York. *Anais [...]*, Nova York: Association for Computing Machinery, 2018. p. 1-7.
- DAOUD, J. I. Multicollinearity and Regression Analysis. *Journal of Physics: Conference Series*, [S. l.], v. 949, 2017.
- DAS, M.; TAO, X.; LIU, Y.; CHENG, J. C. P. A blockchain-based integrated document management framework for construction applications. *Automation in Construction*, [S. l.], v. 133, 2022.
- DASH, A.; PANT, P.; SARMAH, S. P.; TIWARI, M. K. The impact of IoT on manufacturing firm performance: the moderating role of firm-level IoT commitment and expertise. *International Journal of Production Research*, [S. l.], p. 1-26, 2023.
- DAVISON, C.; ARGYRIOU, E. Gender Preferences in Technology Adoption: An Empirical Investigation of Technology Trends in Higher Education. *International Journal of Gender*, [S. l.], v. 8, n. 3, p. 405-419, 2016.
- DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. *The SAGE Handbook of Qualitative Research*. 4 ed. California: Sage, 2017.
- DINH, T. T. A.; LIU, R.; ZHANG, M.; CHEN, G.; OOI, B. C.; WANG, J. Untangling Blockchain: A Data Processing View of Blockchain Systems. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, [S. l.], v. 30, n. 7, p. 1366-1385, 2018.
- DOE, D. M.; LI, J.; DUSIT, N.; GAO, Z.; LI, J.; HAN, Z. Promoting the Sustainability of Blockchain in Web 3.0 and the Metaverse Through Diversified Incentive Mechanism Design. *IEEE Open Journal of the Computer Society*, [S. l.], v. 4, p. 171-184, 2023.
- DOLGUI, A.; IVANOV, D. Exploring supply chain structural dynamics: New disruptive technologies and disruption risks. *International Journal of Production Economics*, [S. l.], v.

229, 2020.

DOLGUI, A.; IVANOV, D.; SOKOLOV, B. Ripple effect in the supply chain: an analysis and recent literature. *International Journal of Production Research*, [S. l.], v. 56, n. 1-2, p. 414-430, 2018.

DONTHU, N.; KUMAR, S.; MUKHERJEE, D.; PANDEY, N.; LIM, W. M. How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, [S. l.], 133, p. 285-296, 2021.

DUARTE, R. Entrevistas em pesquisas qualitativas. *Educar Em Revista*, Curitiba, v. 24, 213-225, 2004.

DUBEY, R.; GUNASEKARAN A.; CHILDE, S. J.; FOSSO WAMBA S.; ROUBAUD, D.; FOROPON, C. Empirical investigation of data analytics capability and organizational flexibility as complements to supply chain resilience. *International Journal of Production Research*, [S. l.], v. 59, n. 1, p. 110-128, 2019.

DUBEY, R.; GUNASEKARAN, A.; BRYDE, D. J.; DWIVEDI, Y. K.; PAPADOPOULOS, T. Blockchain technology for enhancing swift-trust, collaboration and resilience within a humanitarian supply chain setting. *International Journal of Production Research*, [S. l.], v. 58, n. 11, p. 3381-3398, 2020.

DUONG, A. T. B.; PHAM, T.; TRUONG QUANG, H.; HOANG, T. G.; MCDONALD, S.; HOANG, T.-H.; PHAM, H. T. Ripple effect of disruptions on performance in supply chains: an empirical study. *Engineering, Construction and Architectural Management*, [S. l.], v. 31, n. 13, p. 1-22, mar. 2023.

DUTTA, P.; CHOI, T.-M.; SOMANI, S.; BUTALA, R. Blockchain technology in supply chain operations: Applications, challenges and research opportunities. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, [S. l.], v. 142, 2020.

ECONOMIDES, G.; PAPAGEORGIOU, D.; PHILIPPOPOULOS, A. Austerity, Assistance and Institutions: Lessons from the Greek Sovereign Debt Crisis. *Open Economies Review*, [S. l.], v. 32, n. 3, p. 435-478, 2021.

EGALA, B. S.; PRADHAN, A. K.; DEY, P.; BADARLA, V.; MOHANTY, S. P. Fortified-Chain 2.0: Intelligent Blockchain for Decentralized Smart Healthcare System. *IEEE Internet of Things Journal*, [S. l.], v. 10, n. 14, p. 12308-12321, 2023.

EL BAZ, J.; RUEL, S. Can supply chain risk management practices mitigate the disruption impacts on supply chains' resilience and robustness? Evidence from an empirical survey in a COVID-19 outbreak era. *International Journal of Production Economics*, [S. l.], v. 233, 2021.

ERDFELDER, E.; FAUL, F.; BUCHNER, A.; LANG, A. G. Statistical power analyses using G*Power 3.1: Tests for correlation and regression analyses. *Behavior Research Methods*, [S. l.], v. 41, n. 4, p. 1149-1160, 2009.

ERWAN, F.; SENTIA, P. D.; FADHILLA, Z.; ASMADI, D.; LUFIKA, R. D.; SYAHPUTRA, R. A. Supply Chain Risk Management Design for U-Hansa Product in Relation to Covid-19 Pandemics. *Operations Excellence: Journal of Applied Industrial Engineering*, [S. l.], v. 14, n. 2, 2022.

ESPER, T. L. Supply Chain Management Amid the Coronavirus Pandemic. *Journal of Public Policy & Marketing*, [S. l.], v. 40, n. 1, p. 101-102, 2021.

ETEMADI, N.; BORBON-GALVEZ, Y.; STROZZI, F.; ETEMADI, T. Supply chain disruption risk management with blockchain: A dynamic literature review. *Information*, Suécia,

v. 12, n. 2, p. 1-25, 2021.

FALASCA, M.; ZOBEL, C. W.; COOK, D. A decision support framework to assess supply chain resilience. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION SYSTEMS FOR CRISIS RESPONSE AND MANAGEMENT, 5, maio 2008, Washington. *Anais [...]* Washington: ISCRAM, 2008. p. 596-605.

FAN, Y.; STEVENSON, M. A review of supply chain risk management: definition, theory, and research agenda. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, [S. l.], v. 48, n. 3, p. 205-230, 2018.

FASBENDER, U.; GERPOTT, F. H.; RINKER, L. Getting Ready for the Future, Is It Worth It? A Dual Pathway Model of Age and Technology Acceptance at Work. *Work, Aging and Retirement*, [S. l.], v. 9, n. 4, p. 358-375, 2023.

FAUSTINO, S.; FARIA, I.; MARQUES, R. The myths and legends of king Satoshi and the knights of blockchain. *Journal of Cultural Economy*, [S. l.], v. 15, n. 1, p. 67-80, 2022.

FAWCETT, T. W.; FALLENSTEIN, B.; HIGGINSON, A. D.; HOUSTON, A. I.; MALLPRESS, D. E. W.; TRIMMER, P. C.; MCNAMARA, J. M. The evolution of decision rules in complex environments. *Trends in Cognitive Sciences*, [S. l.], v. 18, n. 3, p. 153-161, 2014.

FEKI, M.; DUDÉZERT, A. Etude exploratoire de l'usage effectif de la blockchain dans la chaîne logistique d'un grand distributeur français. *Logistique & Management*, [S. l.], p. 1-14, 2023.

FERIGATO, S. H.; CARVALHO, S. R. Pesquisa qualitativa, cartografia e saúde: conexões. *Interface - Comunicação, Saúde, Educação*, [S. l.], v. 15, n. 38, p. 663-676, 2011.

FERRARI, E.; GAMBERI, M.; PILATI, F.; REGATTIERI, A. Motion Analysis System for the digitalization and assessment of manual manufacturing and assembly processes. *IFAC-PapersOnLine*, [S. l.], v. 51, n. 11, p. 411-416, 2018.

FIUZA, L. O padrão Bitcoin aplicado ao Brasil. *MISES: Interdisciplinary Journal of Philosophy, Law and Economics*, [S. l.], v. 7, n. 1, 2019.

FOWLER, F. J. *Survey research methods*. 3 ed. California: Sage, 2002. Disponível em: <https://archive.org/details/surveyresearchme03fowl/page/n2/mode/1up>. Acesso em: 6 nov. 2024.

FRANKE, G.; SARSTEDT, M. Heuristics versus statistics in discriminant validity testing: a comparison of four procedures. *Internet Research*, [S. l.], v. 29, n. 3, p. 430-447, 2019.

FRANKE, P. D.; FISCHER, F. Will Blockchain Technology Revolutionize Supply Chain Management? *Sri Lanka Journal of Marketing*, [S. l.], v. 9, n. 1, p. 23-40, 2023.

FRIZZO-BARKER, J.; CHOW-WHITE, P. A.; ADAMS, P. R.; MENTANKO, J.; HA, D.; GREEN, S. Blockchain as a disruptive technology for business: A systematic review. *International Journal of Information Management*, [S. l.], v. 51, 2020.

GAO, H.; ZHU, J.; ZHANG, T.; XIE, G.; KAN, Z.; HAO, Z.; LIU, K. Situational Assessment for Intelligent Vehicles Based on Stochastic Model and Gaussian Distributions in Typical Traffic Scenarios. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems*, [S. l.], v. 52, n. 3, p. 1426-1436, 2022.

GEFEN, D.; KARAHANNA, E.; STRAUB, D. W. Trust and TAM in Online Shopping: An Integrated Model. *MIS Quarterly*, [S. l.], v. 27, n. 1, p. 51-90, mar., 2003.

- GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. *Métodos de pesquisa*. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/cursopgdr/downloadsSerie/derad005.pdf>. Acesso em: 6 nov. 2024.
- GHADGE, A.; ER KARA, M.; MORADLOU, H.; GOSWAMI, M. The impact of Industry 4.0 implementation on supply chains. *Journal of Manufacturing Technology Management*, [S. l.], v. 31, n. 4, p. 669-686, 2020.
- GHAZALEH, M. A.; ZABADI, A. M. BlockChain (BC) Upending Customer Experience: Promoting a New Customer Relationship Management (CRM) Structure Using Blockchain Technology (BCT). *Journal of Management and Sustainability*, [S. l.], v. 11, n. 1, p. 203-2017, 2021.
- GIRI, V.; MADAAN, J.; VARMA, N. Modelling Resilient Healthcare Supply Chain: A Hybrid Vulnerability-Capability Model with TISM-MICMAC. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INDUSTRIAL ENGINEERING AND OPERATIONS MANAGEMENT, mar. 2023, Manila. *Anais [...]* Manila: IEOM Society International, 2023. p. 404-416.
- GOLAN, M. S.; JERNEGAN, L. H.; LINKOV, I. Trends and applications of resilience analytics in supply chain modeling: systematic literature review in the context of the COVID-19 pandemic. *Environment Systems and Decisions*, [S. l.], v. 40, n. 2, p. 222-243, 2020.
- GONG, Y.; ZHANG, T.; DONG, P.; CHEN, X.; SHI, Y. Innovation adoption of blockchain technology in supply chain finance. *Production Planning & Control*, [S. l.], p. 1-17, 2022.
- GOVINDAN, K.; FATTAHI, M.; KEYVANSHOKOOH, E. Supply chain network design under uncertainty: A comprehensive review and future research directions. *European Journal of Operational Research*, [S. l.], v. 263, n. 1, p. 108-141, 2017.
- GRAEML, A. R.; PEINADO, J. O efeito das capacidades logísticas na construção de resiliência da cadeia de suprimentos. *R.Adm.*, São Paulo, [S. l.], v. 49, n. 4, p. 642-655, out./nov./dez. 2014.
- GU, X.; CHAN, H. K.; THADANI, D. R.; CHAN, F. K. S.; PENG, Y. (2023). The role of digital techniques in organisational resilience and performance of logistics firms in response to disruptive events: Flooding as an example. *International Journal of Production Economics*, [S. l.], v. 266, 2023.
- GUPTA, S.; MODGIL, S.; CHOI, T. M.; KUMAR, A.; ANTONY, J. Influences of artificial intelligence and blockchain technology on financial resilience of supply chains. *International Journal of Production Economics*, [S. l.], v. 261, 2023.
- HABIBI, F.; CHAKRABORTTY, R. K.; ABBASI, A. Evaluating supply chain network resilience considering disruption propagation. *Computers & Industrial Engineering*, [S. l.], v. 183, 2023.
- HAIG, B. D. Exploratory Data Analysis' The Philosophy of Quantitative Methods: Understanding Statistics, Understanding Statistics. Oxford: Oxford Academic, 2018.
- HAIR, J. F.; BLACK, W. C.; BABIN, B. J.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L. *Análise multivariada de dados*. 6. ed. São Paulo: Bookman, 2009.
- HAIR, J. F.; BABIN, B. J.; ANDERSON, R. E.; BLACK, W. C. *Multivariate Data Analysis*. 8. ed. Inglaterra: Pearson Prentice, 2019.
- HAIR, J. F.; HULT, G. T. M.; RINGLE, C. M.; SARSTEDT, M.; DANKS, N. P.; RAY, S. Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM) Using R. In: *Practical Assessment, Research and Evaluation*, [S. l.], v. 21, n. 1, 2021.
- HAIR, J. F.; RISHER, J. J.; SARSTEDT, M.; RINGLE, C. M. When to use and how to report

- the results of PLS-SEM. *European Business Review*, [S. l.], v. 31 , n. 1, p. 2-24, 2019.
- HAJI, M.; HIMPEL, F. Building Resilience in Food Security: Sustainable Strategies Post-COVID-19. *Sustainability*, [S. l.], v. 16, n. 3, p. 995, 2024.
- HAJIAGHASI, S.; SALEMNIA, A.; HAMZEH, M. Hybrid energy storage system for microgrids applications: A review. *Journal of Energy Storage*, [S. l.], v. 21, p. 543-570, 2019.
- HAN, Y.; FANG, X. Systematic review of adopting blockchain in supply chain management: bibliometric analysis and theme discussion. *International Journal of Production Research*, [S. l.], p. 1-26, 2023.
- HE, X.; YIN, Y. Non-Local and Multi-Scale Mechanisms for Image Inpainting. *Sensors*, [S. l.], v. 21, n. 9, p. 3281, 2021.
- HENSELER, J.; RINGLE, C. M.; SARSTEDT, M. A new criterion for assessing discriminant validity in variance-based structural equation modeling. *Journal of the Academy of Marketing Science*, [S. l.], v. 43, n. 1, p. 115-135, 2015.
- HENSELER, J.; RINGLE, C. M.; SARSTEDT, M. Testing measurement invariance of composites using partial least squares. *International Marketing Review*, [S. l.], v. 33, n. 3, p. 405-431, 2016.
- HERVANI, A. A.; NANDI, S.; HELMS, M. M.; SARKIS, J. A performance measurement framework for socially sustainable and resilient supply chains using environmental goods valuation methods. *Sustainable Production and Consumption*, [S. l.], v. 30, p. 31-52, 2022.
- HINA, M.; CHAUHAN, C.; KAUR, P.; KRAUS, S.; DHIR, A. Drivers and barriers of circular economy business models: Where we are now, and where we are heading. *Journal of Cleaner Production*, [S. l.], v. 333, 2022.
- HOSSAIN, M. M. Applied Univariate, Bivariate, and Multivariate Statistics: Understanding Statistics for Social and Natural Scientists, with Applications in SPSS and R. *Journal of the Royal Statistical Society Series A: Statistics in Society*, [S. l.], v. 185, n. 2, p. 727-728, 2022.
- HOSSEINI, S.; BARKER, K. A Bayesian network model for resilience-based supplier selection. *International Journal of Production Economics*, [S. l.], v. 180, p. 68-87, 2016.
- HOSSEINI, S.; IVANOV, D. A new resilience measure for supply networks with the ripple effect considerations: a Bayesian network approach. *Annals of Operations Research*, [S. l.], v. 319, n. 1, p. 581-607, 2022a.
- HOSSEINI, S.; IVANOV, D. A new resilience measure for supply networks with the ripple effect considerations: a Bayesian network approach. *Annals of Operations Research*, [S. l.], v. 319, n. 1, p. 581-607, 2022b.
- HOSSEINI, S.; IVANOV, D.; DOLGUI, A. Review of quantitative methods for supply chain resilience analysis. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, [S. l.], v. 125, p. 285-307, mar. 2019a.
- HOSSEINI, S.; IVANOV, D.; DOLGUI, A. Review of quantitative methods for supply chain resilience analysis. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, [S. l.], v. 125, p. 285-307, fev. 2019b.
- HOSSEINI, S.; MORSHEDLOU, N.; IVANOV, D.; SARDER, M. D.; BARKER, K.; AL KHALED, A. Resilient supplier selection and optimal order allocation under disruption risks. *International Journal of Production Economics*, [S. l.], v. 213, p. 124-137, 2019.
- HU, W.; SHOU, Y.; KANG, M.; PARK, Y. Risk management of manufacturing multinational

corporations: the moderating effects of international asset dispersion and supply chain integration. *Supply Chain Management: An International Journal*, [S. l.], v. 25, n. 1, p. 61-76, 2019.

HU, W.; SHOU, Y.; KANG, M.; PARK, Y. Risk management of manufacturing multinational corporations: the moderating effects of international asset dispersion and supply chain integration. *Supply Chain Management*, [S. l.], v. 25, n. 1, p. 61-76, 2020.

HUANG, Y.; WU, J.; LONG, C. Drugledger: A practical blockchain system for drug traceability and regulation. In: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTERNET OF THINGS (ITHINGS) AND IEEE GREEN COMPUTING AND COMMUNICATIONS (GREENCOM) AND IEEE CYBER, PHYSICAL AND SOCIAL COMPUTING (CPSOCOM) AND IEEE SMART DATA (SMARTDATA), 1, 2018, Halifax, Canada. *Anais [...]* Halifax: IEEE, 2018. p. 1137-1144.

HUANG, Y.; HAN, W.; MACBETH, D. K. The complexity of collaboration in supply chain networks. *Supply Chain Management: An International Journal*, [S. l.], v. 25, n. 3, p. 393-410, 2020.

HUSSEIN, M.; ZAYED, T. Critical factors for successful implementation of just-in-time concept in modular integrated construction: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Cleaner Production*, [S. l.], v. 284, 2021.

IFTEKHAR, A.; CUI, X.; YANG, Y. Blockchain Technology for Trustworthy Operations in the Management of Strategic Grain Reserves. *Foods*, [S. l.], v. 10, n. 10, 2021.

INMAN, R. A.; GREEN, K. W. Supply Chain Complexity and Traceability in Adverse Events Revisited: A COVID-19 Perspective. *IEEE Transactions on Engineering Management*, [S. l.], v. 71, p. 7134-7146, 2023.

ISHTIAQ, M. Creswell, J. W. (2014). Research Design: Qualitative, Quantitative and Mixed Methods Approaches (4th ed.). Thousand Oaks, CA: Sage. *English Language Teaching*, Toronto, v. 12, n. 5, p. 40-41, 2019.

IVANOV, D. Simulation-based ripple effect modelling in the supply chain. *International Journal of Production Research*, [S. l.], v. 55, n. 7, p. 2083-2101, 2017.

IVANOV, D. Revealing interfaces of supply chain resilience and sustainability: a simulation study. *International Journal of Production Research*, [S. l.], v. 56, n. 10, p. 3507-3523, 2018.

IVANOV, D. Predicting the impacts of epidemic outbreaks on global supply chains: A simulation-based analysis on the coronavirus outbreak (COVID-19/SARS-CoV-2) case. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, [S. l.], v. 136, 2020.

IVANOV, D. Viable supply chain model: integrating agility, resilience and sustainability perspectives - lessons from and thinking beyond the COVID-19 pandemic. *Ann Oper Res*, [S. l.], v. 319, n. 1, p. 1411-1431, 2022a.

IVANOV, D. Lean resilience: AURA (Active Usage of Resilience Assets) framework for post-COVID-19 supply chain management. *The International Journal of Logistics Management*, [S. l.], v. 33, n. 4, p. 1196-1217, 2022b.

IVANOV, D. *Resilience in Supply Chains: Concepts and Applications*. Berlim: Springer, 2023a.

IVANOV, D. The Industry 5.0 framework: viability-based integration of the resilience, sustainability, and human-centricity perspectives. *International Journal of Production Research*, [S. l.], v. 61, n. 5, p. 1683-1695, 2023b.

IVANOV, D. Design and deployment of sustainable recovery strategies in the supply chain. *Computers & Industrial Engineering*, [S. l.], v. 183, 2023c.

IVANOV, D.; DAS, A.; CHOI, T. M. New flexibility drivers for manufacturing, supply chain and service operations. *International Journal of Production Research*, [S. l.], v. 56, n. 10, p. 3359-3368, 2018.

IVANOV, D.; DOLGUI, A. Low-Certainty-Need (LCN) supply chains: a new perspective in managing disruption risks and resilience. *International Journal of Production Research*, [S. l.], v. 57, p. 15-16, 2019a.

IVANOV, D.; DOLGUI, A. New disruption risk management perspectives in supply chains: Digital twins, the ripple effect, and resilience. *IFAC-PapersOnLine*, [S. l.], v. 52, n. 13, p. 337-342, 2019b.

IVANOV, D.; DOLGUI, A. A digital supply chain twin for managing the disruption risks and resilience in the era of Industry 4.0. *Production Planning & Control*, [S. l.], v. 32, n. 9, p. 775-788, 2021.

IVANOV, D.; DOLGUI, A.; BLACKHURST, J. V.; CHOI, T.-M. Toward supply chain viability theory: from lessons learned through COVID-19 pandemic to viable ecosystems. *International Journal of Production Research*, [S. l.], v. 61, n. 8, p. 2402-2415, 2023.

IVANOV, D.; DOLGUI, A.; DAS, A.; SOKOLOV, B. *Handbook of Ripple Effects in the Supply Chain*. Berlin: Springer, 2019. 276 v.

IVANOV, D.; DOLGUI, A.; SOKOLOV, B. The impact of digital technology and Industry 4.0 on the ripple effect and supply chain risk analytics. *International Journal of Production Research*, [S. l.], v. 57, n. 3, p. 829-846, 2019a.

IVANOV, D.; DOLGUI, A.; SOKOLOV, B. The impact of digital technology and Industry 4.0 on the ripple effect and supply chain risk analytics. *International Journal of Production Research*, [S. l.], v. 57, n. 3, p. 829-846, 2019b.

IVANOV, D.; DOLGUI, A.; SOKOLOV, B. Cloud supply chain: Integrating Industry 4.0 and digital platforms in the "Supply Chain-as-a-Service." *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, [S. l.], v. 160, 2022.

IVANOV, D.; DOLGUI, A.; SOKOLOV, B.; IVANOVA, M. Literature review on disruption recovery in the supply chain*. *International Journal of Production Research*, [S. l.], v. 55, n. 20, p. 6158-6174, 2017.

IVANOV, D.; SOKOLOV, B.; DOLGUI, A. The Ripple effect in supply chains: Trade-off "efficiency-flexibility- resilience" in disruption management. *International Journal of Production Research*, [S. l.], v. 52, n. 7, p. 2154-2172, 2014.

JACOBucci, R. A critique of using the labels confirmatory and exploratory in modern psychological research. *Frontiers in Psychology*, [S. l.], v. 13, p. 1-12, dez., 2022.

JAIN, V.; KUMAR, S.; SONI, U.; CHANDRA, C. Supply chain resilience: model development and empirical analysis. *International Journal of Production Research*, [S. l.], v. 55, n. 22, p. 6779-6800, 2017a.

JEBB, A. T.; NG, V.; TAY, L. A Review of Key Likert Scale Development Advances: 1995-2019. *Frontiers in Psychology*, [S. l.], v. 12, 2021.

JIMÉNEZ-RODRÍGUEZ, R. Oil shocks and global economy. *Energy Economics*, [S. l.], v. 115, 2022.

- JÜTTNER, U.; MAKLAN, S. Supply chain resilience in the global financial crisis: An empirical study. *Supply Chain Management: An International Journal*, [S. l.], v. 16, n. 4, p. 246-259, 2011.
- KÄHKÖNEN, A.-K.; EVANGELISTA, P.; HALLIKAS, J.; IMMONEN, M.; LINTUKANGAS, K. COVID-19 as a trigger for dynamic capability development and supply chain resilience improvement. *International Journal of Production Research*, [S. l.], v. 61, n. 8, p. 2696-2715, 2023.
- KAKARLAPUDI, P. V.; MAHMOUD, Q. H. A Systematic Review of Blockchain for Consent Management. *Healthcare*, [S. l.], v. 9, n. 2, p. 137, 2021.
- KAMALAHMADI, M.; PARAST, M. M. A review of the literature on the principles of enterprise and supply chain resilience: Major findings and directions for future research. *International Journal of Production Economics*, [S. l.], v. 171, p. 116-133, 2016.
- KAMBLE, S.; GUNASEKARAN, A.; ARHA, H. Understanding the Blockchain technology adoption in supply chains-Indian context. *International Journal of Production Research*, [S. l.], v. 57, n. 7, p. 2009-2033, 2019.
- KAMILARIS, A.; FONTS, A.; PRENAFETA-BOLDY, F. X. The rise of blockchain technology in agriculture and food supply chains. *Trends in Food Science and Technology*, [S. l.], v. 91, p. 640-652, jul., 2019.
- KARADIMA, M.; LOURI, H. Economic policy uncertainty and non-performing loans: The moderating role of bank concentration. *Finance Research Letters*, [S. l.], v. 38, 2021.
- KARAKAS, S.; ACAR, A. Z.; KUCUKALTAN, B. Blockchain adoption in logistics and supply chain: a literature review and research agenda. *International Journal of Production Research*, [S. l.], p. 1-24, 2021.
- KARALIOTAS, L. Geographies of politics and the police: Post-democratization, SYRIZA, and the politics of the “Greek debt crisis.” *Environment and Planning C: Politics and Space*, [S. l.], v. 39, n. 3, p. 491-511, 2021.
- KARL, A. A.; MICHELUZZI, J.; LEITE, L. R.; PEREIRA, C. R. Supply chain resilience and key performance indicators: A systematic literature review. *Production*, [S. l.], v. 28, 2018.
- KARUPPIAH, K.; SANKARANARAYANAN, B.; ALI, S. M. A decision-aid model for evaluating challenges to blockchain adoption in supply chains. *International Journal of Logistics Research and Applications*, [S. l.], v. 26, n. 3, p. 257-278, 2023.
- KATSALIAKI, K.; GALETSI, P.; KUMAR, S. Supply chain disruptions and resilience: a major review and future research agenda. In *Annals of Operations Research*, [S. l.], v. 319, n. 1, 2022.
- KAZANCOGLU, I.; OZBILTEKIN-PALA, M.; MANGLA, S. K.; KUMAR, A.; KAZANCOGLU, Y. Using emerging technologies to improve the sustainability and resilience of supply chains in a fuzzy environment in the context of COVID-19. *Annals of Operations Research*, [S. l.], v. 322, n. 1, p. 217-240, 2023.
- KENSKI, V. W. Interdependência de recursos entre empreendedores e as incubadoras de empresas de base tecnológica. *Revista Científica Hermes*, [S. l.], v. 4, p. 23-36, 2011.
- KETCHEN, D. J. A Primer on Partial Least Squares Structural Equation Modeling. *Long Range Planning*, [S. l.], v. 46, n. 1-2, p.184-185, 2013.
- KHALID, R.; MALIK, M. W.; ALGHAMDI, T. A.; JAVAID, N. A consortium blockchain based energy trading scheme for Electric Vehicles in smart cities. *Journal of Information*

Security and Applications, [S. l.], v. 63, out., 2021.

KHANFAR, A. A. A.; IRANMANESH, M.; GHOBAKHLOO, M.; SENALI, M. G.; FATHI, M. Applications of Blockchain Technology in Sustainable Manufacturing and Supply Chain Management: A Systematic Review. *Sustainability*, [S. l.], v. 13, n. 14, 2021.

KLEINDORFER, P. R.; SAAD, G. H. Managing disruption risks in supply chains. *Production and Operations Management*, [S. l.], v. 14, p. 53-68, 2005.

KLIBI, W.; MARTEL, A.; GUITOUNI, A. The design of robust value-creating supply chain networks : A critical review. *European Journal of Operational Research*, [S. l.], v. 203, n. 2, p. 283-293, 2010.

KLINE, R. B. *Principles and Practice of Structural Equation Modeling*. 5. ed. [S. l.]: T. G. PRESS, 2023. Methodology in the Social Sciences Series

KÓCZÁN, Z.; LOYOLA, F. How do migration and remittances affect inequality? A case study of Mexico. *Journal of International Development*, [S. l.], v. 33, n. 2, p. 360-381, 2021.

KORLAT, S.; KOLLMAYER, M.; HOLZER, J.; LÜFTENEGGER, M.; PELIKAN, E. R.; SCHÖBER, B.; SPIEL, C. Gender Differences in Digital Learning During COVID-19: Competence Beliefs, Intrinsic Value, Learning Engagement, and Perceived Teacher Support. *Frontiers in Psychology*, [S. l.], v. 12, 2021.

KOSBA, A.; MILLER, A.; SHI, E.; WEN, Z.; PAPAMANTHOU, C. Hawk: The Blockchain Model of Cryptography and Privacy-Preserving Smart Contracts. In: IEEE SYMPOSIUM ON SECURITY AND PRIVACY (SP), San Jose, USA, 2016. *Anais [...]*. San Jose: IEEE, 2016. p. 839-858.

KOUHIZADEH, M.; SABERI, S.; SARKIS, J. Blockchain technology and the sustainable supply chain: Theoretically exploring adoption barriers. *International Journal of Production Economics*, [S. l.], v. 231, 2021.

KOUHIZADEH, M.; SARKIS, J.; ZHU, Q. At the nexus of blockchain technology, the circular economy, and product deletion. *Applied Sciences*, Suíça, v. 9, n. 8, 2019.

KOVÁCS, G.; FALAGARA SIGALA, I. Lessons learned from humanitarian logistics to manage supply chain disruptions. *Journal of Supply Chain Management*, [S. l.], v. 57, n. 1, p. 41-49, 2021.

KUMAR SINGH, R.; MISHRA, R.; GUPTA, S.; MUKHERJEE, A. A. Blockchain applications for secured and resilient supply chains: A systematic literature review and future research agenda. *Computers & Industrial Engineering*, [S. l.], v. 175, 2023.

KUMARI, S.; SARKAR, B.; SINGH, G. Blockchain-based CRM Solutions: Securing Customer Data in the Digital Transformation Era. *International Journal of Computer Trends and Technology*, [S. l.], v. 71, n. 4, p. 27-36, 2023.

LAI, J. Y.; WANG, J.; CHIU, Y. H. Evaluating blockchain technology for reducing supply chain risks. *Information Systems and E-Business Management*, [S. l.], v. 19, n. 4, p. 1089-1111, 2021.

LAKATOS, E. M. *Fundamentos da metodologia científica*. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2003.

LAMBERT, D. M.; COOPER, M. C. Issues in Supply Chain Management. *Industrial Marketing Management*, [S. l.], v. 29, n. 1, p. 65-83, 2000.

LAMBERT, D. M.; ENZ, M. G. Issues in Supply Chain Management: Progress and potential. *Industrial Marketing Management*, [S. l.], v. 62, p. 1-16, 2017.

- LANE, D. *INTRODUCTORY STATISTICS*. LibreTexts, 2023. Disponível em: https://stats.libretexts.org/Bookshelves/Introductory_Statistics/Introductory_Statistics_%28Lane%29/14%3A_Regression/14.08%3A_Introduction_to_Multiple_Regression. Acesso em: 6 nov. 2024.
- LASI, H.; FETTKE, P.; KEMPER, H. G.; FELD, T.; HOFFMANN, M. Industry 4.0. *Business and Information Systems Engineering*, [S. l.], v. 6, n. 4, p. 239-242, 2014.
- LEÃO, N. C. de A. *Ecossistemas de Serviço: uma análise do engajamento e cocriação de valor em comunidades de startups*. Orientadora: Isabel Cristina dos Santos. 2020. 228f. Tese (Doutorado em Administração) - Programa de Pós-Graduação em Administração, USCS, São Caetano do Sul, 2020. Disponível em: <https://www.uscs.edu.br/pos-stricto-sensu/arquivo/622>. Acesso em: 6 nov. 2024.
- LEE, B.; FRASER, I.; FILLIS, I. Creative futures for new contemporary artists: Opportunities and barriers. *International Journal of Arts Management*, [S. l.], v. 20, n. 2, p. 9-19, 2018.
- LEHMANN, T.; BLUMSCHEIN, P.; SEEL, N. M. Accept it or forget it: mandatory digital learning and technology acceptance in higher education. *Journal of Computers in Education*, [S. l.], v. 10, n. 4, p. 797-817, 2023.
- LEONG, C.; HOWLETT, M. Policy Learning, Policy Failure, and the Mitigation of Policy Risks: Re-Thinking the Lessons of Policy Success and Failure. *Administration and Society*, [S. l.], v. 54, n. 7, p. 1379-1401, 2022.
- LI, D.; WANG, M.-Q.; LEE, C. The waste treatment and recycling efficiency of industrial waste processing based on two-stage data envelopment analysis with undesirable inputs. *Journal of Cleaner Production*, [S. l.], v. 242, 2020.
- LI, G.; LIU, M.; LI, X.; LI, H. Power production competition under different regulations: a social welfare perspective. *International Journal of Production Research*, [S. l.], p. 1-18, 2023.
- LI, G.; XUE, J.; LI, N.; IVANOV, D. Blockchain-supported business model design, supply chain resilience, and firm performance. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, [S. l.], v. 163, p. 1-18, jan. 2022.
- LI, X.; JIANG, P.; CHEN, T.; LUO, X.; WEN, Q. A survey on the security of blockchain systems. *Future Generation Computer Systems*, [S. l.], v. 107, p. 841-853, 2020.
- LIM, W. Y. B.; LUONG, N. C.; HOANG, D. T.; JIAO, Y.; LIANG, Y.-C.; YANG, Q.; NIYATO, D.; MIAO, C. Federated Learning in Mobile Edge Networks: A Comprehensive Survey. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, [S. l.], v. 22, n. 3, p. 2031-2063, 2020.
- LIN, Q.; LI, C.; ZHAO, X.; CHEN, X. Measuring Decentralization in Bitcoin and Ethereum using Multiple Metrics and Granularities. *IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON DATA ENGINEERING WORKSHOPS (ICDEW)*, 37, 2021, Chania, Greece. *Anais [...]*. Chania: ICDEW, 2021. p. 80-87.
- LIN, Y.; YU, Z. Extending Technology Acceptance Model to higher-education students' use of digital academic reading tools on computers. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, [S. l.], v. 20, n. 1, p. 34, 2023.
- LINNENLUECKE, M. K. Resilience in Business and Management Research: A Review of Influential Publications and a Research Agenda. *International Journal of Management Reviews*, [S. l.], v. 19, n. 1, p. 4-30, 2017.
- LINS, V. C.; MORAIS, A. M. de. Simulação e avaliação de desempenho de uma Blockchain para aplicações IoT. *Gestão.Org*, Recife, v. 19, n. 2, p. 169-183, 2021.

- LIU, C.; ZHOU, Y.; CEN, Y.; LIN, D. Integrated application in intelligent production and logistics management: technical architectures concepts and business model analyses for the customised facial masks manufacturing. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, [S. l.], v. 32, n. 4-5, p. 522-532, 2019.
- Liu, C.; Liu, X. *Ways and Countermeasures to Improve Collaborative Capacity of Virtual Maker Space*. In: YANG, C. T.; PEI, Y.; CHANG; J. W. Innovative Computing. Lecture Notes in Electrical Engineering. Singapura: Springer, 2020. p. 1025-1036, 675 v.
- LLABRE, M. M.; ARGUELLES, W. Structural Equation Modeling (SEM). In: GELLMAN, M. D.; TURNER, J. R. Encyclopedia of Behavioral Medicine. Nova York: Springer, 2013. p. 1917-1919.
- LOHMER, J.; BUGERT, N.; LASCH, R. Analysis of resilience strategies and ripple effect in blockchain-coordinated supply chains: An agent-based simulation study. *International Journal of Production Economics*, [S. l.], v. 228, 2020.
- LOPES, M. S.; ARAÚJO, M. L. de; LOPES, A. C. S. National general truck drivers' strike and food security in a Brazilian metropolis. *Public Health Nutrition*, [S. l.], v. 22, n. 17, p. 3220-3228, 2019.
- LU, Y.; HUANG, X.; DAI, Y.; MAHARJAN, S.; ZHANG, Y. Blockchain and Federated Learning for Privacy-Preserved Data Sharing in Industrial IoT. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, [S. l.], v. 16, n. 6, p. 4177-4186, 2020.
- MA, P.; MENG, Y.; GONG, Y.; LI, M. Optimal models for sustainable supply chain finance: evidence from electric vehicle industry. *International Journal of Production Research*, [S. l.], v. 61, n. 15, p. 5075-5093, 2023.
- MADDIKUNTA, P. K. R.; PHAM, Q.-V.; B, P.; DEEPA, N.; Dev, K.; Gadekallu, T. R.; Ruby, R.; LIYANAGE, M. Industry 5.0: A survey on enabling technologies and potential applications. *Journal of Industrial Information Integration*, [S. l.], v. 26, 2022.
- MAGALHÃES, V. S. M.; FERREIRA, L. M. D. F.; CÉSAR, A. da S.; BONFIM, R. M.; SILVA, C. Food loss and waste in the Brazilian beef supply chain: an empirical analysis. *The International Journal of Logistics Management*, [S. l.], v. 32, n. 1, p. 214-236, 2021.
- MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. *Metodologia do trabalho científico*. São Paulo: Atlas, 1996.
- MARGHERITA, A.; NASIRI, M.; PAPADOPOULOS, T. The application of digital technologies in company responses to COVID-19: an integrative framework. *Technology Analysis & Strategic Management*, [S. l.], v. 35, n. 8, p. 979-992, 2023.
- MARTINEZ, V.; ZHAO, M.; BLUJDEA, C.; HAN, X.; NEELY, A.; ALBORES, P. Blockchain-driven customer order management. *International Journal of Operations & Production Management*, [S. l.], v. 39, n. 6/7/8, p. 993-1022, 2019.
- MATOS, A. L. T. de. *Proposição de um modelo conceitual para gestão de riscos em cadeias de suprimentos: estudo de caso na indústria automobilística no Brasil*. Orientador: Silvio Roberto Ignácio Pires. 2019. 170f. Tese (Doutorado em Administração) - Faculdade de Gestão e Negócios - Universidade Metodista de Piracicaba, Piracicaba, 2019. Disponível em: http://iepapp.unimep.br/biblioteca_digital/pdfs/docs/25042019_141910_analeticiatolonidemat os_ok.pdf. Acesso em: 8 nov. 2024.
- MATTOS, O. B.; ABOUCHEDID, S.; SILVA, L. A. As criptomoedas e os novos desafios ao sistema monetário: uma abordagem pós-keynesiana. *Economia e Sociedade*, [S. l.], v. 29, n. 3, p. 761-778, 2020.

- MAYER, R. C.; DAVIS, J. H.; SCHOORMAN, F. D. An Integrative Model Of Organizational Trust. *Academy of Management Review*, v. 20, n. 3, [S. l.], p. 709-734, 1995.
- MAZZONI, L. Rediscovering local roots and interactions in management. *Sinergie Italian Journal of Management*, [S. l.], v. 1, n. 2, p. 1-613, 2023.
- MILANEZE, K. L. N.; BATALHA, M. O. Competitividade em rede de empresas: proposta de ferramenta que permite analisar a importância de fatores relacionados à competitividade nas redes. *Revista Gestão da Produção Operações e Sistemas*, [S. l.], n. 1, p. 26, 2005. Disponível em: <https://revista.feb.unesp.br/gepros/article/view/16>. Acesso em: 8 nov. 2024.
- MIN, H. Blockchain technology for enhancing supply chain resilience. *Business Horizons*, [S. l.], v. 62, n. 1, p. 35-45, 2019.
- MIOT, H. A. Avaliação da normalidade dos dados em estudos clínicos e experimentais Assessing normality of data in clinical and experimental trials. *Jornal Vascular Brasileiro*, Porto Alegre, v. 16, n. 2, p. 88-91, 2017.
- MIRZADEH, I.; SAYAD HAGHIGHI, M.; JOLFAEI, A. Filtering Malicious Messages by Trust-Aware Cognitive Routing in Vehicular Ad Hoc Networks. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, [S. l.], v. 24, n. 1, p. 1134-1143, 2023.
- MOENCKS, M.; ROTH, E.; BOHNÉ, T.; ROMERO, D.; STAHRÉ, J. Augmented Workforce Canvas: a management tool for guiding human-centric, value-driven human-technology integration in industry. *Computers & Industrial Engineering*, [S. l.], v. 163, 2022.
- MOHAMED, N.; AL-JAROODI, J. Applying Blockchain in Industry 4.0 Applications. In: IEEE ANNUAL COMPUTING AND COMMUNICATION WORKSHOP AND CONFERENCE (CCWC), 9, 2019, Las Vegas. *Anais [...]*. Las Vegas: CCWC, 2019. p. 0852-0858.
- MOHD DZIN, N. H.; LAY, Y. F. Validity and Reliability of Adapted Self-Efficacy Scales in Malaysian Context Using PLS-SEM Approach. *Education Sciences*, [S. l.], v. 11, n. 11, 2021.
- MONTECCHI, M.; PLANGGER, K.; WEST, D. C. Supply chain transparency: A bibliometric review and research agenda. *International Journal of Production Economics*, [S. l.], v. 238, abr. 2021.
- MOOSAVI, J.; FATHOLLAHI-FARD A. M.; DULEBENETS, M. A. Supply chain disruption during the COVID-19 pandemic: Recognizing potential disruption management strategies. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, [S. l.], v. 75, abr., 2022.
- MORAES, C. C. de; COSTA, F. H. de O.; SILVA, A. L. da; CÉSAR, A. da S.; DELAI, I.; PEREIRA, C. R. Causes and prevention practices of food waste in fruit and vegetable supply chains: How is Brazil dealing with these issues? *Waste Management*, v. 154, p. 320-330, 2022.
- MOREIRA, O. J. Análise das melhores práticas sem supply chain das empresas apontadas pela pesquisa do Grupo Gartner em 2012. *Sustainable Business International Journal*, [S. l.], n. 27, p. 1-24, maio 2013.
- MOTA, H. de S. *Resiliência e aprendizagem na cadeia de suprimentos da cana-de-açúcar: um modelo de análise através de custos e margens*. Orientador: Abraham Sin Oih Yu. 2017. 270f. Tese (Doutorado em Ciências) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade - USP, São Paulo, 2017. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/12/12139/tde-10012018-181338/>. Acesso em: 12 nov. 2024.
- MOURA, L. M. F. de; BRAUNER, D. F.; JANISSEK-MUNIZ, R. Blockchain e a Perspectiva Tecnológica para a Administração Pública: uma Revisão Sistemática. *Revista de Administração*

Contemporânea, São Paulo, v. 24, n. 3, p. 259-274, maio/ jun. 2020.

MUKHERJEE, P.; PRADHAN, C. *Blockchain 1.0 to Blockchain 4.0 - The Evolutionary Transformation of Blockchain Technology*, [S. l.], p. 29-49, 2021.

MUSAMIH, A.; SALAH, K.; JAYARAMAN, R.; ARSHAD, J.; DEBE, M.; AL-HAMMADI, Y.; ELLAHHAM, S. A Blockchain-Based Approach for Drug Traceability in Healthcare Supply Chain. *IEEE Access*, [S. l.], v. 9, p. 9728-9743, 2021.

MUSIGMANN, B.; VON DER GRACHT, H.; HARTMANN, E. Blockchain Technology in Logistics and Supply Chain Management - A Bibliometric Literature Review From 2016 to January 2020. *IEEE Transactions on Engineering Management*, [S. l.], v. 67, n. 4, p. 988-1007, 2020.

MWANGI, T.; KIIRU, D. D. Strategic management capabilities and performance of pharmaceutical companies in Nairobi city county, Kenya. *Strategic Journal of Business & Change Management*, [S. l.], v. 8, n. 4, 2021.

NAGARIYA, R.; MUKHERJEE, S.; BARAL, M. M.; CHITTIPAKA, V. Analyzing blockchain-based supply chain resilience strategies: resource-based perspective. *International Journal of Productivity and Performance Management*, [S. l.], v. 73, n. 4, p. 1088-1116, 2023.

NAKAMOTO, S. Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. *Satoshi Nakamoto Institute*, [S. l.], 31 ago. 2008. Disponível em: <https://nakamotoinstitute.org/library/bitcoin/>. Acesso em: 8 nov. 2024.

NANDI, S.; HERVANI, A. A.; HELMS, M. M.; SARKIS, J. Conceptualising Circular economy performance with non-traditional valuation methods: Lessons for a post-Pandemic recovery. *International Journal of Logistics Research and Applications*, [S. l.], v. 26, n. 6, p. 662-682, 2021.

NANDI, S.; SARKIS, J.; HERVANI, A.; HELMS, M. Do blockchain and circular economy practices improve post COVID-19 supply chains? A resource-based and resource dependence perspective. *Industrial Management & Data Systems*, [S. l.], v. 121, n. 2, p. 333-363, 2020.

NARASSIMA, M. S.; GEDAM, V.; GUNASEKARAN, A.; ANBUUDAYASANKAR, S. P.; DWARAKANATH, M. A novel coexistent resilience index to evaluate the supply chain resilience of industries using fuzzy logic. *Supply Chain Management: An International Journal*, [S. l.], v. 29, n. 2, p. 221-243, 2023.

NI, H.; CHEN, A.; CHEN, N. Some extensions on risk matrix approach. *Safety Science*, [S. l.], v. 48, n. 10, p. 1269-1278, 2010.

NITSCHKE, A.-M.; SCHUMANN, C.-A.; FRANCZYK, B.; REUTHER, K. Mapping supply chain collaboration research: a machine learning-based literature review. *International Journal of Logistics Research and Applications*, [S. l.], v. 26, n. 8, p. 954-982, 2023.

NOOR, S.; TAJIK, O. *Defining Simple Random Sampling in a Scientific Research*, [S. l.], v. 1, p. 78-82, nov. 2022.

OLAVE, M. E. L.; AMATO NETO, J. Redes de cooperação produtiva: uma estratégia de competitividade e sobrevivência para pequenas e médias empresas. *Gestão & Produção*, São Paulo, v. 8, n. 3, p. 289-318, dez. 2001.

ORENGO SERRA, K. L.; SANCHEZ-JAUREGUI, M. Food supply chain resilience model for critical infrastructure collapses due to natural disasters. *British Food Journal*, [S. l.], v. 124, n. 13, p. 14-34, 2022.

OZTEMEL, E.; GURSEV, S. Literature review of Industry 4.0 and related technologies.

Journal of Intelligent Manufacturing, [S. l.], v. 31, n. 1, p. 127-182, 2020.

PAN, X. Technology Acceptance, Technological Self-Efficacy, and Attitude Toward Technology-Based Self-Directed Learning: Learning Motivation as a Mediator. *Frontiers in Psychology*, [S. l.], v. 11, 2020.

PANZA, L.; BRUNO, G.; LOMBARDI, F. Integrating Absolute Sustainability and Social Sustainability in the Digital Product Passport to Promote Industry 5.0. *Sustainability*, [S. l.], v. 15, n. 16, 2023.

PARK, S.; BRAUNSCHEIDEL, M. J.; SURESH, N. C. The performance effects of supply chain agility with sensing and responding as formative capabilities. *Journal of Manufacturing Technology Management*, v. 34, n. 5, p. 713-734, 2023.

PATIL, D. S.; BAILEY, A.; YADAV, U. N.; GEORGE, S.; HELBICH, M., ETTEMA, D.; ASHOK, L. Contextual factors influencing the urban mobility infrastructure interventions and policies for older adults in low- and middle-income countries: a realist review. *BMC Public Health*, [S. l.], v. 22, n. 1, p. 1-13, 2022.

PATTANAYAK, S.; ARPUTHAM, R. M.; GOSWAMI, M.; RANA, N. P. Blockchain Technology and Its Relationship With Supply Chain Resilience: A Dynamic Capability Perspective. *IEEE Transactions on Engineering Management*, [S. l.], v. 71, p. 10398-10412, 2023.

PEKARČÍKOVÁ, M.; TREBUŇA, P.; KLIMENT, M.; EDL, M.; ROSOCHA, L. Transformation the logistics to digital logistics: theoretical approach. *Acta Logistica*, [S. l.], v. 7, n. 4, p. 217-223, 2020.

PENG, Y.; CHEN, X.; WANG, X. Enhancing supply chain flows through blockchain: a comprehensive literature review. *International Journal of Production Research*, [S. l.], v. 61, n. 13, p. 4503-4524, 2023.

PERES, R. S.; JIA, X.; LEE, J.; SUN, K.; COLOMBO, A. W.; BARATA, J. Industrial Artificial Intelligence in Industry 4.0 - Systematic Review, Challenges and Outlook. *IEEE Access*, [S. l.], v. 8, p. 220121-220139, 2020.

PERIANES-RODRIGUEZ, A.; WALTMAN, L.; VAN ECK, N. J. Constructing bibliometric networks: A comparison between full and fractional counting. *Journal of Informetrics*, [S. l.], v. 10, n. 4, p. 1178-1195, 2016

PERNG, F. N. The Mexican Peso Crisis. In: LEE, C. F.; LEE, A. C. *Encyclopedia of Finance*. Lisboa: Springer, Cham, 2022. p. 973-981.

PETRAKOS, G.; RONTOS, K.; VAVOURA, C.; SALVATI, L.; VAVOURAS, I. Political budget cycles and effects of the excessive deficit procedure: The case of Greece. *Regional Statistics*, [S. l.], v. 11, n. 2, p. 32-51, 2021.

PETTIT, T. J.; CROXTON, K. L.; FIKSEL, J. Ensuring supply chain resilience: Development and implementation of an assessment tool. *Journal of Business Logistics*, [S. l.], v. 34, n. 1, 46-76, 2013.

PETTIT, T. J.; FIKSEL, J.; CROXTON, K. L. Can You Measure Your Supply Chain Resilience? *Supply Chain and Logistics Journal*, [S. l.], p. 21-22, 2008.

PETTIT, T. J.; FIKSEL, J.; CROXTON, K. L. Ensuring Supply Chain Resilience: Development of a Conceptual Framework. *Journal of Business Logistics*, [S. l.], v. 31, n. 1, p. 1-21, 2010.

PHUSAVAT, K.; KESS, P.; LAW, K. M. Y.; KANCHANA, R. Sustaining effective business value chain: Future challenges. *Industrial Management and Data Systems*, [S. l.], v. 110, n. 8,

p. 1176-1191, 2010.

PINTO, M. N. *Gestão social, desenvolvimento e redes sociais: o estudo da incubadora de empreendimentos sociais da Associação Padre Leo Commissari*. Orientador: Luciano Prates Junqueira. 2017. 81 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Programa de Estudos Pós-Graduados em Administração, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2017. Disponível em: <https://tede2.pucsp.br/handle/handle/19716>. Acesso em: 8 nov. 2024.

PIPRANI, A. Z.; MOHEZAR, S.; JAAFAR, N. I. Supply chain integration and supply chain performance: The mediating role of supply chain resilience. *International Journal of Supply Chain Management*, [S. l.], v. 9, n. 3, p. 58-73, 2020.

RIBEIRO, J. P.; BARBOSA-POVOA, A. Supply Chain Resilience: Definitions and quantitative modelling approaches – A literature review. *Computers & Industrial Engineering*, [S. l.], v. 115, p. 109-122, 2018.

PONIS, S. T.; KORONIS, E. Supply Chain Resilience: Definition Of Concept And Its Formative Elements. *Journal of Applied Business Research (JABR)*, [S. l.], v. 28, n. 5, p. 921, 2012.

PONOMAROV, S. Y.; HOLCOMB, M. C. Understanding the concept of supply chain resilience. *The International Journal of Logistics Management*, [S. l.], v. 20, n. 1, p. 124-143, 2009.

PORPIGLIO, I. de S. S. *Gestão de riscos de desabastecimento de materiais indiretos em uma indústria de alimentos*. Orientadora: Marta Mitsui Kushida. 2019. 62f. Mestrado Profissionalizante – Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2019. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/74/74134/tde-19082019-161741/>. Acesso em: 8 nov. 2024.

POURNADER, M.; SHI, Y.; SEURING, S.; KOH, S. C. L. Blockchain applications in supply chains, transport and logistics: a systematic review of the literature. *International Journal of Production Research*, [S. l.], v. 58, n. 7, p. 2063-2081, 2020.

PRAKASH, S.; SONI, G.; RATHORE, A. P. S.; SINGH, S. Risk analysis and mitigation for perishable food supply chain: a case of dairy industry. *Benchmarking: An International Journal*, [S. l.], v. 24, n. 1, p. 2-23, 2017.

PU, G.; QIAO, W.; FENG, Z. Antecedents and outcomes of supply chain resilience: Integrating dynamic capabilities and relational perspective. *Journal of Contingencies and Crisis Management*, [S. l.], v. 31, n. 4, p. 706-726, 2023.

PULATJONOV, T. *Understanding the Supply Chain Resilience: Adverse Effects of "Political and Government Changes" on supply chains*. Independent Studies in International Logistics and Port Management. República da Coreia: Graduate School of International Studies, 2021.

QUEIROZ, M. M.; FOSSO WAMBA, S.; DE BOURMONT, M.; TELLES, R. Blockchain adoption in operations and supply chain management: empirical evidence from an emerging economy. *International Journal of Production Research*, [S. l.], v. 59, n. 20, p. 6087-6103, 2021.

QUEIROZ, M. M.; TELLES, R.; BONILLA, S. H. Blockchain and supply chain management integration: a systematic review of the literature. *Supply Chain Management: An International Journal*, [S. l.], v. 25, n. 2, p. 241-254, 2019.

RAJ, A.; MUKHERJEE, A. A.; SOUSA JABBOUR, A. B. L. de; SRIVASTAVA, S. K. Supply chain management during and post-COVID-19 pandemic: Mitigation strategies and practical lessons learned. *Journal of Business Research*, [S. l.], v. 142, p. 1125-1139, 2022.

- RAJESH, R.; RAVI, V. Modeling enablers of supply chain risk mitigation in electronic supply chains: A Grey-DEMATEL approach. *Computers and Industrial Engineering*, [S. l.], v. 87, 126-139, 2015a.
- RAJESH, R.; RAVI, V. Supplier selection in resilient supply chains: A grey relational analysis approach. *Journal of Cleaner Production*, [S. l.], v. 86, p. 343-359, 2015b.
- RAJESH, R. Technological capabilities and supply chain resilience of firms: A relational analysis using Total Interpretive Structural Modeling (TISM). *Technological Forecasting and Social Change*, [S. l.], v. 118, p. 161-169, 2017.
- RANDOLPH, K. A.; MYERS, L. L. Bivariate and Multivariate Linear Regression Analysis. In: Basic Statistics in Multivariate Analysis - Pocket Guides to Social Work Research Methods. Oxford: Oxford Scholarship Online, 2013. p. 109-132. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199764044.003.0005>. Acesso em: 8 nov. 2024.
- RATICK, S.; MEACHAM, B.; AOYAMA, Y. Chain Disaster Resilience. *Growth and Change*, [S. l.], v. 39, n. 4, p. 642-666, 2008.
- RAUT, R. D.; PRIYADARSHINEE, P.; GARDAS, B. B.; JHA, M. K. Analyzing the factors influencing cloud computing adoption using three stage hybrid SEM-ANN-ISM (SEANIS) approach. *Technological Forecasting and Social Change*, [S. l.], v. 134, p. 98-123, 2018.
- RAWASHDEH, A. M.; ELAYAN, M. B.; ALHYASAT, W.; SHAMOUT, M. D. Electronic Human Resources Management Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use and Continuance Usage Intention: the Mediating Role of User Satisfaction in Jordanian Hotels Sector. *International Journal for Quality Research*, [S. l.], v. 15, n. 2, p. 679-696, 2021.
- RAYKOV, T. Scale Reliability, Cronbach's Coefficient Alpha, and Violations of Essential Tau-Equivalence with Fixed Congeneric Components. *Multivariate Behavioral Research*, [S. l.], v. 32, n. 4, p. 329-353, 1997.
- RAZA, Z.; HAQ, I. U.; MUNEEB, M. Agri-4-All: A Framework for Blockchain Based Agricultural Food Supply Chains in the Era of Fourth Industrial Revolution. *IEEE Access*, [S. l.], v. 11, p. 29851-29867, 2023.
- RAZAK, G. M.; HENDRY, L. C.; STEVENSON, M. Supply chain traceability: a review of the benefits and its relationship with supply chain resilience. *Production Planning & Control*, [S. l.], v. 34, n. 11, p. 1114-1134, 2021.
- REJEB, A.; REJEB, K.; ABDOLLAHI, A.; ZAILANI, S.; IRANMANESH, M.; GHOBAKHLOO, M. Digitalization in food supply chains: A bibliometric review and key-route main path analysis. *Sustainability*, Suíça, v. 14, n. 1, p. 1-29, 2022a.
- REJEB, A.; REJEB, K.; APPOLLONI, A.; IRANMANESH, M.; TREIBLMAIER, H.; JAGTAP, S. Exploring Food Supply Chain Trends in the COVID-19 Era: A Bibliometric Review. *Sustainability*, Suíça, v. 14, n. 19, 2022b.
- REN, X.; JING, H.; ZHANG, Y. Construction of Digital Transformation Capability of Manufacturing Enterprises: Qualitative Meta-Analysis Based on Current Research. *Sustainability*, [S. l.], v. 15, n. 19, 2023.
- REQUICHA, A. G. Representations for Rigid Solids: Theory, Methods, and Systems. *ACM Computing Surveys*, [S. l.], v. 12, n. 4, p. 437-464, 1980.
- REUSCHL, A.; TIBERIUS, V.; FILSER, M.; QIU, Y. Value configurations in sharing economy business models. *Review of Managerial Science*, [S. l.], v. 16, n. 1, p. 89-112, 2022.
- RICE, J. B.; CANIATO, F. Building a secure and resilient supply network. *Supply Chain*

Management Review, [S. l.], p. 22-30, set./ out., 2003.

RINGLE, C. M.; DA SILVA, D.; BIDO, D. de S. Modelagem de Equações Estruturais com Utilização do Smartpls. *ReMark - Revista Brasileira de Marketing*, [S. l.], v. 13, n. 2, p. 56-73, 2014. Disponível em: <https://periodicos.uninove.br/remark/article/view/12032>. Acesso em: 8 nov. 2024.

ROSENZWEIG, E. D.; ROTH, A. V.; DEAN, J. W. The influence of an integration strategy on competitive capabilities and business performance: An exploratory study of consumer products manufacturers. *Journal of Operations Management*, [S. l.], v. 21, n. 4, p. 437-456, 2003.

SÁ, M. M. de. *Do gerenciamento de riscos à resiliência em cadeias de suprimentos*. Orientadora: Priscilla Laczynski de Souza Miguel. 2017. 161f. Tese (Doutorado em Administração) - Escola de Administração de Empresas de São Paulo - Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2017. Disponível em: <https://repositorio.fgv.br/server/api/core/bitstreams/4994dcddc-eea2-40e4-877b-ab27dd534280/content>. Acesso em: 9 nov. 2024.

SÁ, M. M. de; MIGUEL, P. L. de S., BRITO, R. P. de; ; PEREIRA, S. C. F. Supply chain resilience: the whole is not the sum of the parts. *International Journal of Operations and Production Management*, [S. l.], v. 40, n. 1, p. 92-115, 2019.

SABERI, S.; KOUHIZADEH, M.; SARKIS, J.; SHEN, L. Blockchain technology and its relationships to sustainable supply chain management. *International Journal of Production Research*, [S. l.], v. 57, n. 7, p. 2117-2135, 2019.

SAHOO, S.; UPADHYAY, A.; KUMAR, A. Circular economy practices and environmental performance: Analysing the role of big data analytics capability and responsible research and innovation. *Bus Strat Env.*, [S. l.], v. 32, p. 6029-6046, 2023.

SAITO, T.; SHIBASAKI, R.; MURAKAMI, S.; TSUBOTA, K.; MATSUDA, T. Global Maritime Container Shipping Networks 1969-1981: Emergence of Container Shipping and Reopening of the Suez Canal. *Journal of Marine Science and Engineering*, [S. l.], v. 10, n. 5, 2022.

SALAH, K.; REHMAN, M. H. U.; NIZAMUDDIN, N.; AL-FUQAHA, A. Blockchain for AI: Review and Open Research Challenges. *IEEE Access*, [S. l.], v. 7, p. 10127–10149, 2019.

SAMAVATI, T.; BADIEZADEH, T.; SAEN, R. F. Developing Double Frontier Version of Dynamic Network DEA Model: Assessing Sustainability of Supply Chains. *Decision Sciences*, [S. l.], v. 51, n. 3, p. 804-829, 2020.

SARGENT, C. S.; BREESE, J. L. Blockchain Barriers in Supply Chain: A Literature Review. *Journal of Computer Information Systems*, [S. l.], v. 64, n. 1, p. 124-135, 2023.

SARR, F.; BA, M. The Capability Approach and Evaluation of the Well-Being in Senegal: An Operationalization with the Structural Equations Models. *Modern Economy*, [S. l.], v. 8, n. 01, p. 90-110, 2017.

SARSTEDT, M.; CHEAH, J.-H. Partial least squares structural equation modeling using SmartPLS: a software review. *Journal of Marketing Analytics*, [S. l.], v. 7, n. 3, p. 196-202, 2019.

SARSTEDT, M.; HAIR, J. F.; CHEAH, J.-H.; BECKER, J.-M.; RINGLE, C. M. How to Specify, Estimate, and Validate Higher-Order Constructs in PLS-SEM. *Australasian Marketing Journal*, [S. l.], v. 27, n. 3, p. 197-211, 2019.

SCHERER, R.; SIDDIQ, F.; TONDEUR, J. The technology acceptance model (TAM): A meta-

analytic structural equation modeling approach to explaining teachers' adoption of digital technology in education. *Computers & Education*, [S. l.], v. 128, p. 13-35, 2019.

SCHLOMANN, A.; MEMMER, N.; WAHL, H.-W. Awareness of age-related change is associated with attitudes toward technology and technology skills among older adults. *Frontiers in Psychology*, [S. l.], v. 13, set. 2022.

SCHMIDT, C. G.; WAGNER, S. M. Blockchain and supply chain relations: A transaction cost theory perspective. *Journal of Purchasing and Supply Management*, [S. l.], v. 25, n. 4, 2019.

SCHMIDT, M. C.; VEILE, J. W.; MÜLLER, J. M.; VOIGT, K.-I. Industry 4.0 implementation in the supply chain: a review on the evolution of buyer-supplier relationships. *International Journal of Production Research*, [S. l.], v. 61, n. 17, p. 6063-6080, 2023.

SENGUPTA, T.; NARAYANAMURTHY, G.; MOSER, R., PEREIRA, V.; BHATTACHARJEE, D. Disruptive Technologies for Achieving Supply Chain Resilience in COVID-19 Era: An Implementation Case Study of Satellite Imagery and Blockchain Technologies in Fish Supply Chain. *Information Systems Frontiers*, [S. l.], v. 24, n. 4, p. 1107-1123, 2022.

SERDARASAN, S.; TANYAS, M. Dealing with Complexity in the Supply Chain: The Effect of Supply Chain Management Initiatives. *SSRN Electronic Journal*, 2012.

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

SHAH, S. A.; MEHMOOD, M. H.; KHAN, M.; BUKHARI, I. A.; ALORAINI, B. I.; VOHRA, F. Inhibition of soluble epoxide hydrolase offers protection against fructose-induced diabetes and related metabolic complications in rats. *Journal of Physiology and Pharmacology*, [S. l.], v. 71, n. 5, p. 615-624, 2020.

SHARMA, A.; KUMAR, V.; BORAH, S. B.; ADHIKARY, A. Complexity in a multinational enterprise's global supply chain and its international business performance: A bane or a boon? *Journal of International Business Studies*, [S. l.], v. 53, n. 5, p. 850-878, 2022.

SHEKHAR; DAS, D. Enablers of 'Creating Shared Value': A Total Interpretive Structural Modeling-Polarity Approach. *Global Journal of Flexible Systems Management*, [S. l.], v. 24, n. 2, p. 291-318, 2023.

SHEN, Z. M.; SUN, Y. Strengthening supply chain resilience during COVID-19: A case study of JD.com. *Journal of Operations Management*, [S. l.], v. 69, n. 3, p. 359-383, 2023.

SHIN, N.; PARK, S. Supply chain leadership driven strategic resilience capabilities management: A leader-member exchange perspective. *Journal of Business Research*, [S. l.], v. 122, p. 1-13, 2021.

SHOAIB, M.; LIM, M. K.; WANG, C. An integrated framework to prioritize blockchain-based supply chain success factors. *Industrial Management and Data Systems*, [S. l.], v. 120, n. 11, p. 2103-2131, out. 2020.

SHUKLA, S.; KC, S. Leveraging Blockchain for sustainability and supply chain resilience in e-commerce channels for additive manufacturing: A cognitive analytics management framework-based assessment. *Computers and Industrial Engineering*, [S. l.], v. 176, 2023.

SINGH, S.; KUMAR, R.; PANCHAL, R.; TIWARI, M. K. Impact of COVID-19 on logistics systems and disruptions in food supply chain. *International Journal of Production Research*, [S. l.], v. 59, n. 7, p. 1993-2008, 2021.

- SIRIS, V. A.; DIMOPOULOS, D.; FOTIOU, N.; VOULGARIS, S.; POLYZOS, G. C. OAuth 2.0 meets Blockchain for Authorization in Constrained IoT Environments. *In: IEEE WORLD FORUM ON INTERNET OF THINGS (WF-IOT)*, 5, 2019, Limerick, Irlanda. *Anais [...]* Limerick: IEEE WF-IoT, 2019. p. 364-367.
- SNYDER, H. Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, [S. l.], v. 104, p. 333-339, 2019.
- SOVACOO, B. K.; AXSEN, J.; SORRELL, S. Promoting novelty, rigor, and style in energy social science: Towards codes of practice for appropriate methods and research design. *Energy Research & Social Science*, [S. l.], v. 45, p. 12-42, 2018.
- SREEDEVI, R.; SARANGA, H. Uncertainty and supply chain risk: The moderating role of supply chain flexibility in risk mitigation. *International Journal of Production Economics*, [S. l.], v. 193, p. 332-342, 2017.
- STADDON, R. V. Bringing technology to the mature classroom: age differences in use and attitudes. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, [S. l.], v. 17, n. 1, p. 11, 2020.
- STARKEY, L. A review of research exploring teacher preparation for the digital age. *Cambridge Journal of Education*, [S. l.], v. 50, n. 1, p. 37-56, 2020.
- SUN, B.; MAO, H.; YIN, C. Male and Female Users' Differences in Online Technology Community Based on Text Mining. *Front. Psychol.*, [S. l.], v. 11, maio, 2020.
- SUNG, H.-N.; JEONG, D.-Y.; JEONG, Y.-S.; SHIN, J.-I. The Relationship among Self-Efficacy, Social Influence, Performance Expectancy, Effort Expectancy, and Behavioral Intention in Mobile Learning Service. *International Journal of U- and e- Service, Science and Technology*, [S. l.], v. 8, n. 9, p. 197-206, 2015.
- SWAFFORD, P. M.; GHOSH, S.; MURTHY, N. The antecedents of supply chain agility of a firm: Scale development and model testing. *Journal of Operations Management*, [S. l.], v. 24, n. 2, p. 170-188, 2006.
- TABOADA, M. Á.; COSTANTINI, A. O.; BUSTO, M.; BONATTI, M.; SIEBER, S. Climate change adaptation and the agricultural sector in South American countries: Risk, vulnerabilities and opportunities. *Rev. Bras. Ciênc. Solo*, Viçosa, v. 45, 2021.
- TANOUE, G. O. *Flexibilidade organizacional e gestão de riscos na cadeia de suprimentos para geração de resiliência na cadeia automotiva*. Orientador: Néocles Alves Pereira, 2011, 209f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2011. Disponível em:
<https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/3664/3574.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 9 nov. 2024.
- TANOUE, G. O.; PEREIRA, N. A. *Flexibilidade, gestão de riscos e resiliência na cadeia de suprimentos*. Curitiba: Editora Appris, 2016.
- TANWAR, S.; PAREKH, K.; EVANS, R. Blockchain-based electronic healthcare record system for healthcare 4.0 applications. *Journal of Information Security and Applications*, [S. l.], v. 50, 2020.
- TAQUI, W.; EL HASSANI, I.; CHERRAFI, A.; ZEKHNINI, K.; BENABDELLAH, A. C. Blockchain Technology for Supply Chain Resilience. *In: INTERNATIONAL COLLOQUIUM OF LOGISTICS AND SUPPLY CHAIN MANAGEMENT (LOGISTIQUA)*, 14, 2022, El Jadida, Marrocos. *Anais [...]* El Jadida: LOGISTIQUA, 2022. p.1-6. Disponível em:

<https://doi.org/10.1109/LOGISTQUA55056.2022.9938027>. Acesso em: 9 nov. 2024.

TATAGIBA, A. B. CRESWELL, John W. Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto; tradução Magda Lopes. 3 ed. Porto Alegre: ARTMED, 296 páginas, 2010. *Cadernos de Linguagem e Sociedade*, [S. l.], v. 13, n. 1, p. 205-208, 2012. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/les/article/view/11610>. Acesso em: 9 nov. 2024.

TAVANA, M.; SHAABANI, A.; DI CAPRIO, D.; BONYANI, A. An integrated group fuzzy best-worst method and combined compromise solution with Bonferroni functions for supplier selection in reverse supply chains. *Cleaner Logistics and Supply Chain*, [S. l.], v. 2, 2021.

TEECE, D. J.; PISANO, G.; SHUEN, A. Dynamic Capabilities and Strategic Management. *Strategic Management Journal*, [S. l.], v. 18, n. 7, p. 509-533, 1997.

TEECE, D. J. Explicating dynamic capabilities: the nature and microfoundations of (sustainable) enterprise performance. *Strategic Management Journal*, [S. l.], v. 28, n. 13, p. 1319-1350, 2007.

TEECE, D. J. A capability theory of the firm: an economics and (Strategic) management perspective. *New Zealand Economic Papers*, [S. l.], v. 53, n. 1, p. 1-43, 2019.

TEECE, D. J.; PISANO, G.; SHUEN, A. Dynamic capabilities and strategic management. *Strategic Management Journal*, [S. l.], v. 18, n. 7, p. 509-533, 1997.

TEETER, P.; SANDBERG, J. Cracking the enigma of asset bubbles with narratives. *Strategic Organization*, [S. l.], v. 15, n. 1, p. 91-99, 2017.

TENG CHEN, T.; YEN, D. C. CociteSeer: a system to visualize large cocitation networks. *The Electronic Library*, [S. l.], v. 28, n. 4, p. 477-491, 2010.

TENHIÄLÄ, A.; SALVADOR, F. Looking Inside Glitch Mitigation Capability: The Effect of Intraorganizational Communication Channels. *Decision Sciences*, [S. l.], v. 45, n. 3, p. 437-466, 2014.

THEKDI, S. A.; SANTOS, J. Decision-Making Analytics Using Plural Resilience Parameters for Adaptive Management of Complex Systems. *Risk Analysis*, [S. l.], v. 39, n. 4, p. 871-889, 2019.

THORTON, P. H.; OCASIO, W.; LOUNSBURY, M. The Institutional Logics Perspective: A New Approach to Culture, Structure and Process. *The Institutional Logics Perspective: A New Approach to Culture, Structure and Process. Oxford Academic*, Oxford, v. 15, n. 1, 23 maio 2013.

TIAN, X.; ZHU, J.; ZHAO, X.; WU, J. Improving operational efficiency through blockchain: evidence from a field experiment in cross-border trade. *Production Planning & Control*, [S. l.], v. 35, n. 9, p. 1009-1024, 2022.

TOMLIN, B. On the Value of Mitigation and Contingency Strategies for Managing Supply Chain Disruption Risks. *Management Science*, [S. l.], v. 52, n. 5, p. 639-657, 2006.

TREIBLMAIER, H.; BECK, R. *Business Transformation through Blockchain*. Springer International Publishing. Londres: Palgrave Macmillan, 2019.

TSIULIN, S.; REINAU, K. H.; HILMOLA, O.-P. The key challenges of blockchain implementation in maritime sector: summary from literature and previous research findings. *Procedia Computer Science*, [S. l.], v. 217, p. 348-357, 2023.

TSOLAKIS, N.; NIEDENZU, D.; SIMONETTO, M.; DORA, M.; KUMAR, M. Supply network design to address United Nations Sustainable Development Goals: A case study of blockchain implementation in Thai fish industry. *Journal of Business Research*, [S. l.], v. 131,

p. 495-519, ago. 2021.

VALAVANIS, K. P.; VACHTSEVANOS, G. J. *Handbook of Unmanned Aerial Vehicles*. Berlim: Springer Reference, 2015.

VALERI, M.; BAGGIO, R. Social network analysis: organizational implications in tourism management. *International Journal of Organizational Analysis*, [S. l.], v. 29, n. 2, p. 342-353, 2021.

VAN ZANTEN, J. A.; VAN TULDER, R. Analyzing companies' interactions with the Sustainable Development Goals through network analysis: Four corporate sustainability imperatives. *Business Strategy and the Environment*, [S. l.], v. 30, n. 5, p. 2396-2420, 2021.

VECCHI, A.; VALLISI, V. Supply Chain Resilience. *Supply Chain and Logistics Management*, [S. l.], v. 28, n. 5, p. 1940-1953, 2019.

VENKATESH, V.; MORRIS, M. G.; DAVIS, G. B.; DAVIS, F. D. User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View. *MIS Quarterly*, [S. l.], v. 27, n. 3, p. 425-478, 2003.

VENKATESH, V.; BALA, H. Technology Acceptance Model 3 and a Research Agenda on Interventions. *Decision Sciences*, [S. l.], v. 39, n. 2, p. 273-315, 2008.

VERSHININA, N.; RODGERS, P.; TARBA, S.; KHAN, Z.; STOKES, P. Gaining legitimacy through proactive stakeholder management: The experiences of high-tech women entrepreneurs in Russia. *Journal of Business Research*, [S. l.], v. 119, p. 111-121, 2020.

VUGRIN, E. D.; WARREN, D. E.; EHLEN, M. A. A resilience assessment framework for infrastructure and economic systems: Quantitative and qualitative resilience analysis of petrochemical supply chains to a hurricane. *Process Safety Progress*, [S. l.], v. 30, n. 3, p. 280-290, 2011.

WANG, H.; ZHANG J.; BI, H.; LI, H. Research on Heterogeneous Network Data Interaction Mechanism of Intelligent Manufacturing. In: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON SENSING, DIAGNOSTICS, PROGNOSTICS, AND CONTROL (SDPC), 2022, Chongqing, China. *Anais [...]* Chongqing: IEEE SDPC, 2022. p. 219-221.

WANG, J.; DOU, R.; MUDDADA, R. R.; ZHANG, W. Management of a holistic supply chain network for proactive resilience: Theory and case study. *Computers and Industrial Engineering*, [S. l.], v. 125, p. 668-677, 2018.

WANG, Q.; ZHOU, H.; ZHAO, X. The role of supply chain diversification in mitigating the negative effects of supply chain disruptions in COVID-19. *International Journal of Operations & Production Management*, [S. l.], v. 44, n. 1, p. 99-132, 2024.

WANG, S.; TUOR, T.; SALONIDIS, T.; LEUNG, K. K.; MAKAYA, C.; HE, T.; CHAN, K. Adaptive Federated Learning in Resource Constrained Edge Computing Systems. *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, [S. l.], v. 37, n. 6, p. 1205-1221, 2019.

WANG, X.; ZHAN, S.; LU, Z.; LI, J.; YANG, X.; QIAO, Y.; MEN, Y.; SUN, J. (2020). Healable, Recyclable, and Mechanically Tough Polyurethane Elastomers with Exceptional Damage Tolerance. *Advanced Materials*, [S. l.], v. 32, n. 50, 2020.

WĄTOREK, M.; DROŻDŻ, S.; KWAPIEŃ, J.; MINATI, L.; OŚWIĘCIMKA, P.; STANUSZEK, M. Multiscale characteristics of the emerging global cryptocurrency market. *Physics Reports*, [S. l.], v. 901, p. 1-82, 2021.

WEISBURD, D.; BRITT, C.; WILSON, D. B.; WOODITCH, A. An Introduction to Bivariate Regression. In: WEISBURD, D.; BRITT, C.; WILSON, D. B.; WOODITCH, A. *Basic*

Statistics in Criminology and Criminal Justice. 5. ed. Berlin: Springer International Publishing, 2020. p. 531-580.

WIDIANTORO, A. D.; HARNADI, B. Voluntariness Difference in Adoption of E-Learning Technology among University Students. *In: INTERNATIONAL COMPUTER SCIENCE AND ENGINEERING CONFERENCE (ICSEC)*, 23, 2019, Phuket, Thailandia. *Anais [...]* Phuket: ICSEC, 2019. p. 402-408.

WONG, K. Partial least square structural equation modeling (PLS-SEM) techniques using SmartPLS. *Marketing Bulletin*, [S. l.], v. 24, p. 1-32, 2013.

WONG, L.-W.; LEONG, L.-Y.; HEW, J.-J.; TAN, G. W.-H.; OOI, K.-B. Time to seize the digital evolution: adoption of blockchain in operations and supply chain management among Malaysian SMEs. *International Journal of Information Management*, [S. l.], v. 52, 2020.

WONG, L.-W.; TAN, G. W.-H.; OOI, K.-B.; LIN, B.; DWIVEDI, Y. K. Artificial intelligence-driven risk management for enhancing supply chain agility: A deep-learning-based dual-stage PLS-SEM-ANN analysis. *International Journal of Production Research*, [S. l.], v. 62, n. 15, p. 5535–5555, 2022.

WOODS, D. D.; HOLLNAGEL, E. Prologue: Resilience Engineering Concepts. *In: HOLLNAGEL, E.; WOODS, D. D.; LEVESON, N. Resilience Engineering: concepts and precepts*. Boca Raton: CRC Press, 2016.

XU, L. D.; XU, E. L.; LI, L. Industry 4.0: state of the art and future trends. *International Journal of Production Research*, [S. l.], v. 56, n. 8, p. 2941-2962, 2018.

XU, X.; SETHI, S. P.; CHUNG, S.-H.; CHOI, T.-M. Ordering COVID-19 vaccines for social welfare with information updating: optimal dynamic order policies and vaccine selection in the digital age. *IIE Transactions*, [S. l.], v. 56, n. 7, p. 729-745, 2023.

XUE, L.; ZHANG, C.; LING, H.; ZHAO, X. Risk mitigation in supply chain digitization: System modularity and information technology governance. *Journal of Management Information Systems*, [S. l.], v. 30, n. 1, p. 325-352, 2013.

YE, N.; KUEH, T.-B.; HOU, L.; LIU, Y.; YU, H. A bibliometric analysis of corporate social responsibility in sustainable development. *Journal of Cleaner Production*, [S. l.], v. 272, 2020.

YIN, R. K. *Estudo de caso: planejamento e métodos*. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

YIN, S.; ZHAO, Y. Digital green value co-creation behavior, digital green network embedding and digital green innovation performance: moderating effects of digital green network fragmentation. *Humanities and Social Sciences Communications*, [S. l.], v. 11, n. 1, 2024.

YODO, N.; WANG, P. Resilience Modeling and Quantification for Engineered Systems Using Bayesian Networks. *Journal of Mechanical Design*, [S. l.], v. 138, n. 3, 2016.

YU, W.; CHAVEZ, R.; JACOBS, M. A.; WONG, C. Y. Openness to Technological Innovation, Supply Chain Resilience, and Operational Performance: Exploring the Role of Information Processing Capabilities. *IEEE Transactions on Engineering Management*, [S. l.], v. 71, p. 1258-1270, 2024.

ZACCARELLI, S. B.; TELLES, R.; SIQUEIRA, J.P. L. de; BOAVENTURA, J. M. G.; DONAIRE, D. *Clusters e rede de negócios*. São Paulo: Atlas, 2008.

ZAHED BENISI, N.; AMINIAN, M.; JAVADI, B. Blockchain-based decentralized storage networks: A survey. *Journal of Network and Computer Applications*, [S. l.], v. 162, 2020.

ZALAT, M. M.; HAMED, M. S.; BOLBOL, S. A. The experiences, challenges, and acceptance

of e-learning as a tool for teaching during the COVID-19 pandemic among university medical staff. *PLOS ONE*, [S. l.], v. 16, n. 3, 2021.

ZAOUI, S.; FOGUEM, C.; TCHUENTE, D.; FOSSO-WAMBA, S.; KAMSU-FOGUEM, B. The Viability of Supply Chains with Interpretable Learning Systems: The Case of COVID-19 Vaccine Deliveries. *Global Journal of Flexible Systems Management*, [S. l.], v. 24, n. 4, p. 633-657, 2023.

ZAVALA-ALCÍVAR, A.; VERDECHO, M. J.; ALFARO-SAIZ, J. J.; GONZÁLEZ ORTEGA, R. The Impact of Industry 4.0 on Supply Chain Resilience Management. In: CAMARINHAMATOS, L. M.; BOUCHER, X.; ORTIZ, A. Collaborative Networks in Digitalization and Society 5.0. PRO-VE 2023. *IFIP Advances in Information and Communication Technology*. Berlin: Springer, 2023. p. 107-120.

ZAVALA-ALCÍVAR, A.; VERDECHO, M. J.; ALFARO-SAIZ, J. J. A Conceptual Framework to Manage Resilience and Increase Sustainability in the Supply Chain. *Sustainability*, [S. l.], v. 12, n. 16, p. 1-38, 2020.

ZHAO, K.; KUMAR, A.; HARRISON, T. P.; YEN, J. Analyzing the resilience of complex supply network topologies against random and targeted disruptions. *IEEE Systems Journal*, [S. l.], v. 5, n. 1, p. 28-39, 2011.

ZHAO, S.; LI, W. Blockchain-based traceability system adoption decision in the dual-channel perishable goods market under different pricing policies. *International Journal of Production Research*, [S. l.], v. 61, n. 13, p. 4548-4574, 2023.

ZHENG, Z.; XIE, S.; DAI, H.; CHEN, X.; WANG, H. An Overview of Blockchain Technology: Architecture, Consensus, and Future Trends. In: IEEE INTERNATIONAL CONGRESS ON BIG DATA (BIGDATA CONGRESS), 2017, Honolulu, Havai, EUA. *Anais [...]* Honolulu: BigData Congress, 2017. p. 557-564.

ZHENG, Z.; XIE, S.; DAI, H. N.; CHEN, X.; WANG, H. Blockchain challenges and opportunities: a survey. *International Journal of Web and Grid Services*, [S. l.], v. 14, n. 4, 2018.

ZSCHEISCHLER, J.; BRUNSCH, R.; ROGGA, S.; SCHOLZ, R. W. Perceived risks and vulnerabilities of employing digitalization and digital data in agriculture – Socially robust orientations from a transdisciplinary process. *Journal of Cleaner Production*, [S. l.], v. 358, 2022.

ZUCHELLA, A.; PREVITALI, P. Circular business models for sustainable development: A “waste is food” restorative ecosystem. *Business Strategy and the Environment*, [S. l.], v. 28, n. 2, p. 274-285, 2019.

APÊNDICE A – INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS

Pesquisa acadêmica sobre resiliência em cadeias de suprimento e blockchain

Prezado(a) participante,

Você está sendo convidado(a) a participar de um questionário para uma pesquisa de tese do Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Administração da Universidade Paulista - UNIP.

O objetivo deste estudo é investigar a presença da relação entre a avaliação de decisores sobre a resiliência em cadeias de suprimentos e a intensão de adoção da tecnologia blockchain por estes.

Sua participação neste questionário é voluntária e totalmente anônima. As respostas serão confidenciais e usadas exclusivamente para fins acadêmicos. O questionário levará aproximadamente 20 minutos para ser concluído.

Não existem respostas certas ou erradas. Por favor, responda de acordo com suas percepções sobre cada afirmativa. Caso tenha dúvidas sobre a pesquisa, entre em contato com o Roberto Bernardes Junior (robertoitalia@gmail.com).

Agradeço antecipadamente sua colaboração, e sua participação é essencial para o desenvolvimento desta tese.

Atenciosamente, Roberto Bernardes Junior

Doutorando do Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Administração UNIP

- 1) Qual sua experiência com o uso de tecnologia blockchain? (em anos)
- 2) Qual sua idade?

As afirmativas a seguir, deverão ser respondidas numa escala de 1 a 7, em que:

1 = Discordo totalmente 7 = Concordo totalmente

- 3) Minhas decisões afetam diretamente a resiliência da cadeia de suprimento na área em que atuo:
- 4) Influencio decisões envolvidas em processos de adoção de tecnologias e/ou mudanças de processos da área em que atuo:

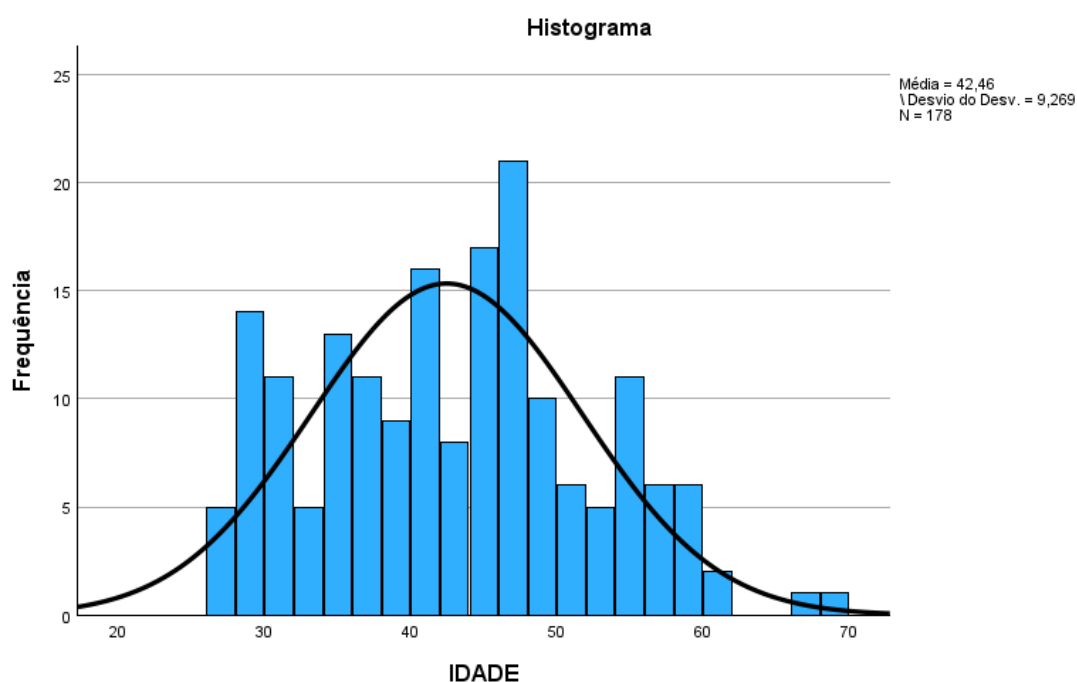
- 5) Confio no blockchain (Indica o nível de confiança que você tem na capacidade intrínseca do blockchain de operar de maneira segura e consistente):
- 6) Não tenho dúvidas sobre a confiabilidade do blockchain (Avalia a sua convicção absoluta na confiabilidade do blockchain, mostrando se você não possui qualquer incerteza ou hesitação em relação à sua capacidade de manter a integridade e eficácia esperadas):
- 7) Blockchain tem a capacidade de cumprir sua tarefa (Verifica se você acredita que o blockchain é capaz de executar efetivamente as funções para as quais foi projetado, demonstrando sua percepção sobre sua adequação e eficácia na realização de seus objetivos operacionais):
- 8) Aprender a usar blockchain é fácil para mim (Avalia a facilidade percebida em aprender e usar o blockchain, indicando se você considera sua aprendizagem e uso acessíveis e compreensíveis):
- 9) Minha interação com blockchain é clara, compreensível e entendível (Verifica se suas interações com o blockchain são percebidas como transparentes e compreensíveis, mostrando se você entende facilmente as ações e transações realizadas na tecnologia):
- 10) Pessoas que influenciam meu comportamento, acham que eu deveria usar blockchain (Influência na decisão de pessoas que têm impacto significativo sobre suas decisões e ações no uso do blockchain):
- 11) Pessoas cujas opiniões valorizo preferem que eu use blockchain (Influencia positivamente em relação à tecnologia blockchain):
- 12) Nossos compradores não estão concentrados em uma região geográfica específica (Os compradores estão espalhados por diversas localidades):
- 13) Selecionamos fornecedores de diversas regiões (fornecedores alternativos para evitar o risco de fornecimento em uma área específica e mitigar o risco associado a depender de uma única fonte): Não dependemos criticamente de fornecedores específicos
- 14) Não dependemos criticamente de fornecedores específicos:
- 15) Temos a capacidade de detectar interrupções na SC rapidamente
- 16) Podemos responder rapidamente a interrupções (Capacidade de resposta rápida é essencial para implementar estratégias eficazes):
- 17) Conseguimos a recuperação em um curto período de tempo (Capacidade de retomar as operações normais prontamente após um distúrbio):

- 18) Temos flexibilidade na produção em termos de volume de pedidos e cronograma de produção
- 19) Conseguimos a recuperação em um curto período de tempo:
- 20) Temos flexibilidade na produção em termos de volume de pedidos e cronograma de produção:
- 21) Temos capacidade de *backup* de máquinas, peças e suporte logístico:
- 22) Compartilhamos informações com parceiros da CS:
- 23) Tenho os recursos necessários para usar blockchain (Recursos como hardware e software de infraestrutura):
- 24) Tenho o conhecimento necessário para usar blockchain (Corresponde ao nível de conhecimento e habilidades necessárias para utilizar e interagir com a tecnologia):
- 25) Blockchain é compatível com outras tecnologias que uso (Capacidade de integração e operação com outras tecnologias):

APÊNDICE B – ANÁLISE DESCRITIVA DOS DADOS

A curtose, com valor de -0,607, sugere que a distribuição das idades é mais plana do que uma distribuição normal (mesocúrtica). Um valor de curtose negativo indica uma distribuição platicúrtica, já o erro padrão da curtose é de 0,362, resultando em um histograma com a curva normal apresentado na Figura 18:

Figura 17 - Histograma da idade feita com o uso do IBM SPSS



Fonte: Autor.

A experiência com tecnologia blockchain (EXP) entre os 178 respondentes apresentou uma média de 4,88 anos, com um desvio padrão de 2,93 anos. A distribuição da experiência é apresentada na Tabela 2:

Tabela 4 - Estatística descritiva sobre a experiência com a tecnologia BC feita no IBM SPSS

EXP					
		Frequência	Porcentagem	Porcentagem válida	Porcentagem acumulativa
Válido	1	19	10,7	10,7	10,7
	2	24	13,5	13,5	24,2
	3	17	9,6	9,6	33,7
	4	11	6,2	6,2	39,9
	5	32	18,0	18,0	57,9
	6	32	18,0	18,0	75,8
	7	23	12,9	12,9	88,8
	8	7	3,9	3,9	92,7
	9	3	1,7	1,7	94,4
	10	8	4,5	4,5	98,9
	15	2	1,1	1,1	100,0
	Total	178	100,0	100,0	

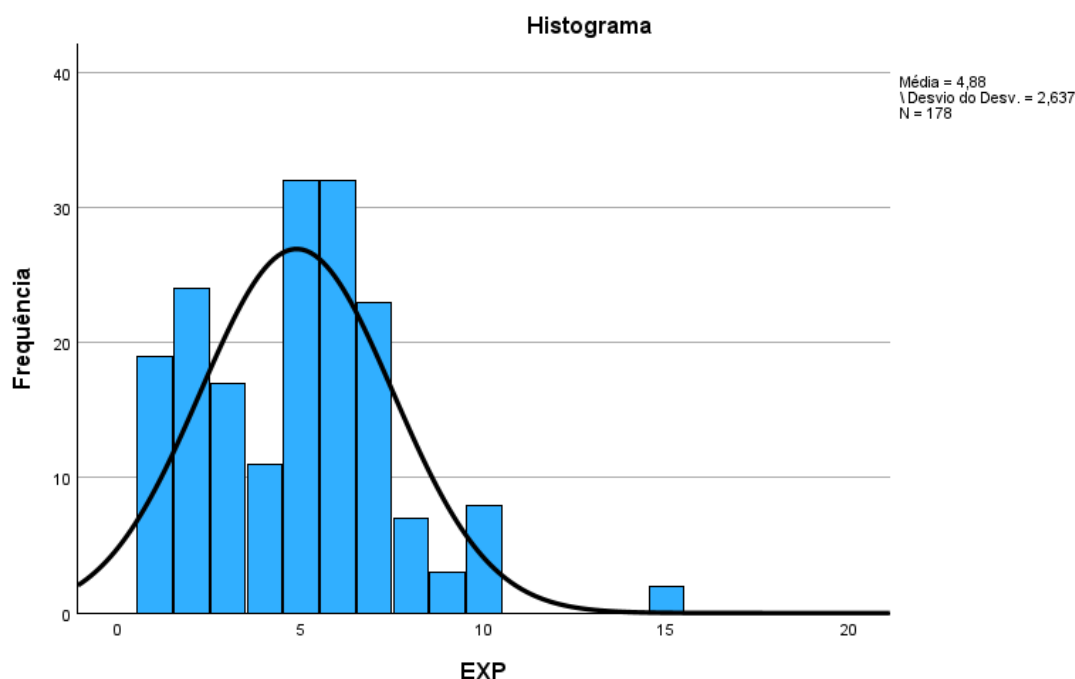
Fonte: Autor.

A média de 4,88 anos indica que, em média, os participantes possuem quase 5 anos de experiência com a tecnologia blockchain. O desvio padrão de 2,93 anos sugere uma variação considerável na experiência entre os respondentes, refletindo uma dispersão moderada em torno da média.

A análise da frequência, conforme apresentada na Tabela 2, mostra que a maioria dos respondentes possui entre 5 e 6 anos de experiência (32 respondentes para cada ano, representando 18,0% cada). A distribuição das frequências indica uma concentração de participantes com experiência variando de 1 a 7 anos, totalizando 92,7% dos respondentes.

A Tabela 2, também apresenta uma frequência que revela haver poucos respondentes com 10 ou 15 anos de experiência (4,5% e 1,1%, respectivamente), indicando uma distribuição levemente assimétrica à direita. Isso sugere que, embora a maioria dos participantes tenha experiência moderada, há alguns com experiência significativamente mais alta, o que contribui para a assimetria positiva da distribuição. O histograma com a curva normal sobreposta, conforme mostrado na Figura 19, ilustra visualmente essa distribuição, reforçando a concentração central dos dados e a presença de outliers à direita:

Figura 18 - Histograma da EXP feita com o uso do IBM SPSS



Fonte: Autor.

Com base nessas estatísticas, podemos inferir que a amostra possui uma experiência diversificada em tecnologia blockchain, com a maioria tendo uma experiência moderada, mas com uma presença notável de indivíduos com experiência substancial. Esta análise fornece uma visão detalhada da experiência dos participantes, essencial para entender a capacidade de influência deles nas decisões de cadeias de suprimentos envolvendo blockchain.

Em relação à pergunta "Minhas decisões afetam diretamente a resiliência da cadeia de suprimento na área em que atuo" (RCS), os 178 respondentes fornecem uma média de 5,58 em uma escala Likert de 0 a 7, com um desvio padrão de 1,4. A distribuição das respostas está detalhada na Tabela 3.

Tabela 5 - Estatística descritiva sobre a RCS feita no IBM SPSS

RCS					
		Frequência	Porcentagem	Porcentagem válida	Porcentagem acumulativa
Válido	2	8	4,5	4,5	4,5
	3	13	7,3	7,3	11,8
	4	9	5,1	5,1	16,9
	5	42	23,6	23,6	40,4
	6	50	28,1	28,1	68,5
	7	56	31,5	31,5	100,0
	Total	178	100,0	100,0	

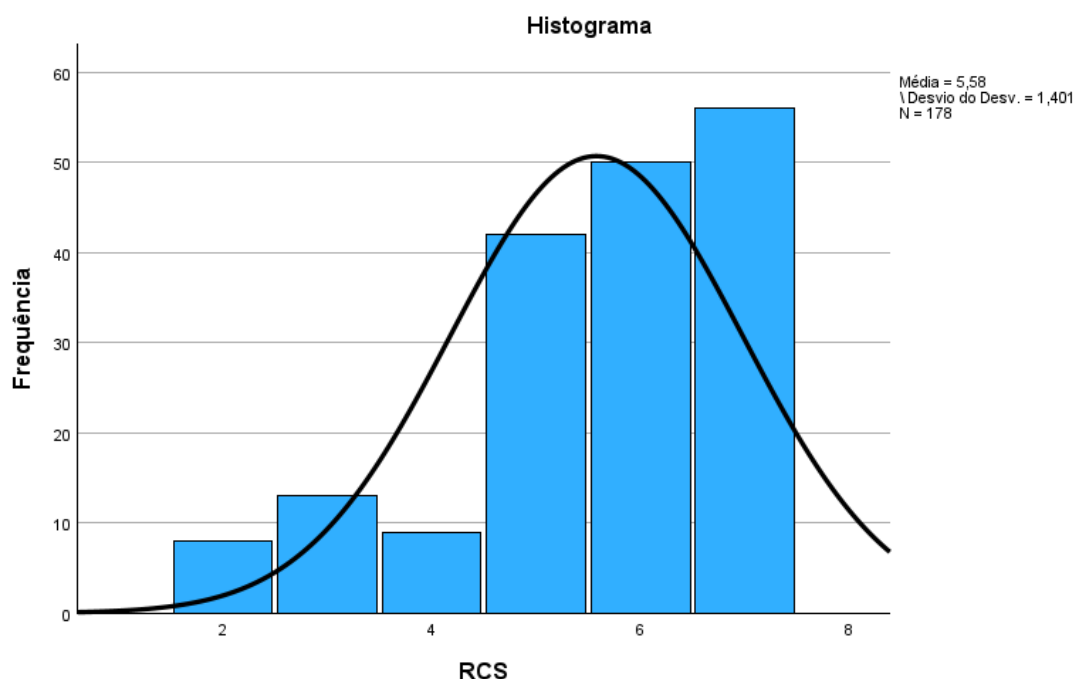
Fonte: Autor.

A média de 5,58 sugere que, em média, os participantes percebem suas decisões como tendo um impacto significativo na resiliência da cadeia de suprimento. O desvio padrão de 1,4 indica uma variação moderada nas respostas, refletindo diferentes níveis de percepção entre os respondentes.

A análise da frequência, conforme apresentada na tabela, mostra que a maioria dos respondentes deu notas altas: 28,1% avaliaram com 6 e 31,5% com 7, totalizando 59,6% dos respondentes nas categorias mais altas. Essa concentração de respostas altas indica uma percepção comum de alta influência nas decisões de resiliência. Por outro lado, apenas 4,5% dos respondentes avaliaram com 2, e 7,3% com 3, indicando que uma pequena fração dos participantes considera que suas decisões têm pouco impacto na resiliência da cadeia de suprimento.

A Tabela 3 também revela que 23,6% dos respondentes avaliaram com 5, enquanto 5,1% avaliaram com 4. Essa distribuição, com a maioria das respostas concentradas nas categorias altas, sugere uma percepção de grande impacto das decisões dos participantes na resiliência da cadeia de suprimento. O histograma com a curva normal sobreposta, conforme mostrado na Figura 19, ilustra visualmente essa distribuição, destacando a alta concentração de respostas nas categorias superiores:

Figura 19 - Histograma da RCS feita com o uso do IBM SPSS



Fonte: Autor.

Essas estatísticas sugerem que os participantes da pesquisa, em sua maioria, acreditam que suas decisões têm um impacto direto e significativo na resiliência da cadeia de suprimento, conforme evidenciado pela distribuição das respostas e pela análise do histograma.

Em relação à pergunta "Influencio decisões envolvidas em processos de adoção de tecnologias e/ou mudanças de processos da área em que atuo" (RTEC), os 178 respondentes forneceram uma média de 5,64 em uma escala Likert de 0 a 7, com um desvio padrão de 1,23. A distribuição das respostas está detalhada na Tabela 4:

Tabela 6 - Estatística descritiva sobre a RTEC feita no IBM SPSS

RTEC					
		Frequência	Porcentagem	Porcentagem válida	Porcentagem acumulativa
Válido	2	4	2,2	2,2	2,2
	3	7	3,9	3,9	6,2
	4	15	8,4	8,4	14,6
	5	52	29,2	29,2	43,8
	6	45	25,3	25,3	69,1
	7	55	30,9	30,9	100,0
	Total	178	100,0	100,0	

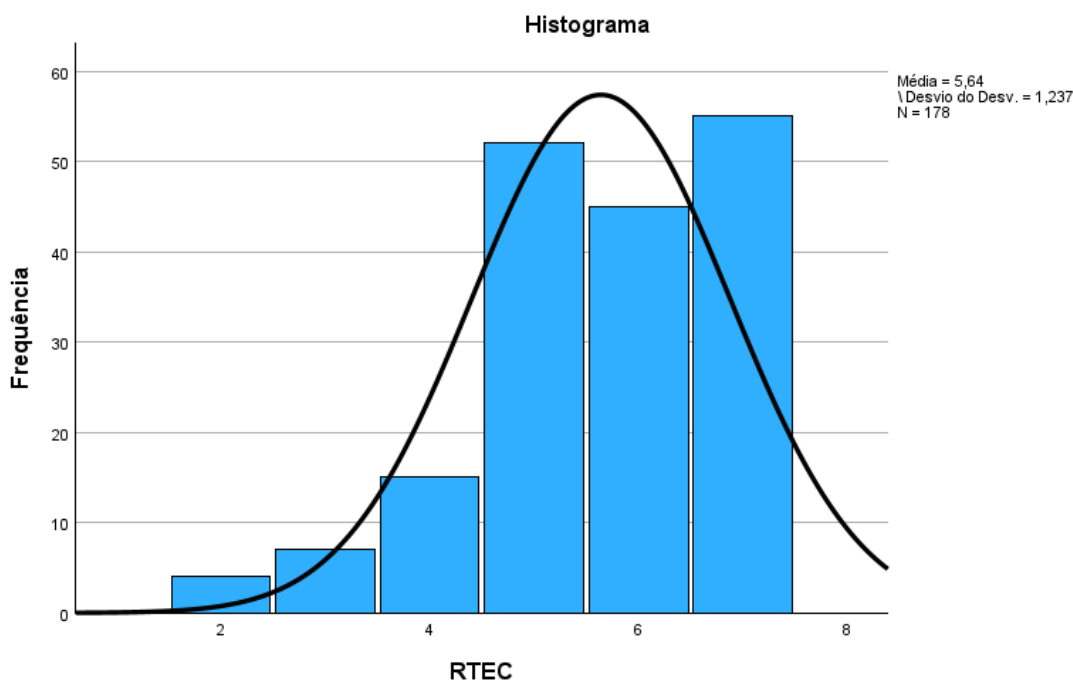
Fonte: Autor.

A média de 5,64 sugere que, em média, os participantes percebem que influenciam significativamente as decisões relacionadas à adoção de tecnologias e mudanças de processos. O desvio padrão de 1,23 indica uma variação moderada nas respostas, refletindo diferentes níveis de percepção entre os respondentes.

A análise da frequência, conforme apresentada na Tabela 4, mostra que a maioria dos respondentes deu notas altas: 25,3% avaliaram com 6 e 30,9% com 7, totalizando 56,2% dos respondentes nas categorias mais altas. Essa concentração de respostas altas indica uma percepção comum de alta influência nas decisões tecnológicas e de processos. Por outro lado, apenas 2,2% dos respondentes avaliaram com 2, e 3,9% com 3, indicando que uma pequena fração dos participantes considera que sua influência nessas decisões é baixa.

A Tabela 4 também revela que 29,2% dos respondentes avaliaram com 5, enquanto 8,4% avaliaram com 4. Essa distribuição, com a maioria das respostas concentradas nas categorias altas, sugere uma percepção de grande influência dos participantes nas decisões de adoção de tecnologias e mudanças de processos. O histograma com a curva normal sobreposta, conforme mostrado na Figura 21, ilustra visualmente essa distribuição, destacando a alta concentração de respostas nas categorias superiores:

Figura 20 - Histograma da RTEC feita com o uso do IBM SPSS



Fonte: Autor.

Essas estatísticas sugerem que os participantes da pesquisa, em sua maioria, acreditam que influenciam significativamente as decisões relacionadas à adoção de tecnologias e mudanças de processos na área em que atuam, conforme evidenciado pela distribuição das respostas e pela análise do histograma.

APÊNDICE C – ANÁLISE DESCRITIVA DAS RESPOSTAS

Confiança na Adoção do Blockchain

A análise descritiva das respostas relacionadas ao Construto "Confiança na Adoção do Blockchain" é feita através das métricas UC1, UC2 e UC3. Abaixo estão as estatísticas descritivas e os histogramas com curvas normais para cada uma dessas métricas, sendo descrita pela Tabela 5 que resume as principais medidas estatísticas que serão descritas a seguir:

Tabela 7 - Estatística descritiva das métricas UC1, UC2 e UC3 feita no IBM SPSS

Estatísticas		UC1	UC2	UC3
N	Válido	178	178	178
	Omisso	0	0	0
Média		6,09	5,96	6,15
Erro de média padrão		,064	,068	,060
Modo		6	6	6
Erro Desvio		,852	,904	,806
Variância		,726	,818	,649
Assimetria		-,617	-,664	-,545
Erro de assimetria padrão		,182	,182	,182
Curtose		-,085	,184	-,537
Erro de Curtose padrão		,362	,362	,362
Mínimo		3	3	4
Máximo		7	7	7

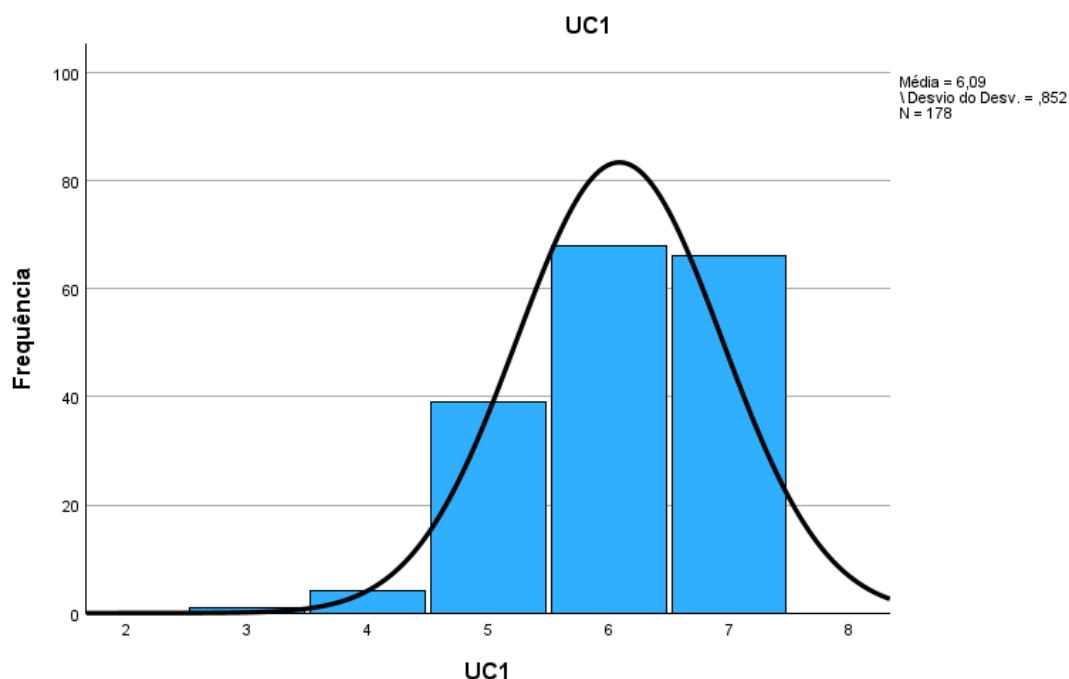
Fonte: Autor.

UC1 - "Confio no blockchain"

A análise da métrica UC1 revela uma forte tendência positiva em relação à confiança no blockchain, apresentando uma média de 6,09 (em uma escala de 1 a 7) o que indica um alto nível de confiança entre os respondentes. O erro padrão da média de 0,064 sugere uma estimativa precisa da média populacional, observados nos dados apresentados na Tabela 5.

Ainda na Tabela 5, a moda de 6 indica que esta foi a resposta mais frequente, reforçando a inclinação positiva. O desvio padrão de 0,852 e a variância de 0,726 mostram uma dispersão relativamente baixa das respostas, indicando uma consistência considerável nas opiniões dos participantes que pode ser reforçado visualmente no histograma na Figura 22:

Figura 21 - Histograma da UC1 feita com o uso do IBM SPSS



Fonte: Autor.

A assimetria negativa de -0,617 confirma uma distribuição inclinada para a direita, como observa-se na Figura 22, com uma concentração de respostas nos valores mais altos da escala. A curtose de -0,085, próxima de zero, sugere uma distribuição próxima da normal em termos de achatamento.

O intervalo de respostas vai de 3 a 7, indicando que mesmo as avaliações mais baixas ainda estão na metade superior da escala. Isso reforça a percepção geral positiva em relação à confiança no blockchain. Em suma, a análise de UC1 demonstra um alto nível de confiança no blockchain entre os participantes, com respostas consistentemente positivas e uma distribuição que tende para os valores mais altos da escala.

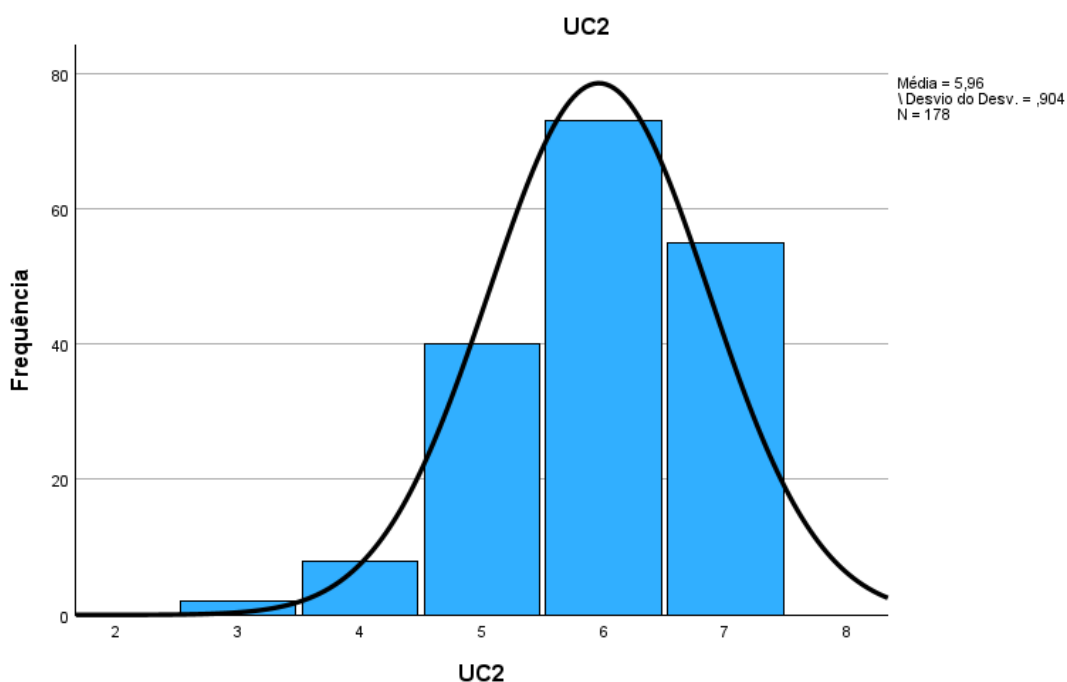
UC2 - "Acredito que o blockchain é confiável"

A análise da métrica UC2 também indica uma tendência positiva em relação à confiabilidade percebida do blockchain. A média de 5,96 (em uma escala de 1 a 7) demonstra um nível elevado de crença na confiabilidade da tecnologia. O erro padrão da média de 0,068 sugere uma estimativa precisa da média populacional, como revelado na Tabela 5.

A moda de 6 indica que esta foi a resposta mais frequente, reforçando a inclinação positiva. O desvio padrão de 0,904 e a variância de 0,818 mostram uma dispersão ligeiramente

maior que UC1, mas ainda relativamente baixa, indicando uma consistência nas opiniões dos participantes, observados também por meio do histograma na Figura 23:

Figura 22 - Histograma da UC2 feita com o uso do IBM SPSS



Fonte: Autor.

A assimetria negativa de -0,664 confirma uma distribuição inclinada para a direita, com uma concentração de respostas nos valores mais altos da escala. A curtose de 0,184 sugere uma distribuição ligeiramente mais pontiaguda que a normal.

O intervalo de respostas vai de 3 a 7, indicando que mesmo as avaliações mais baixas ainda estão na metade superior da escala. Isso reforça a percepção geral positiva em relação à confiabilidade do blockchain.

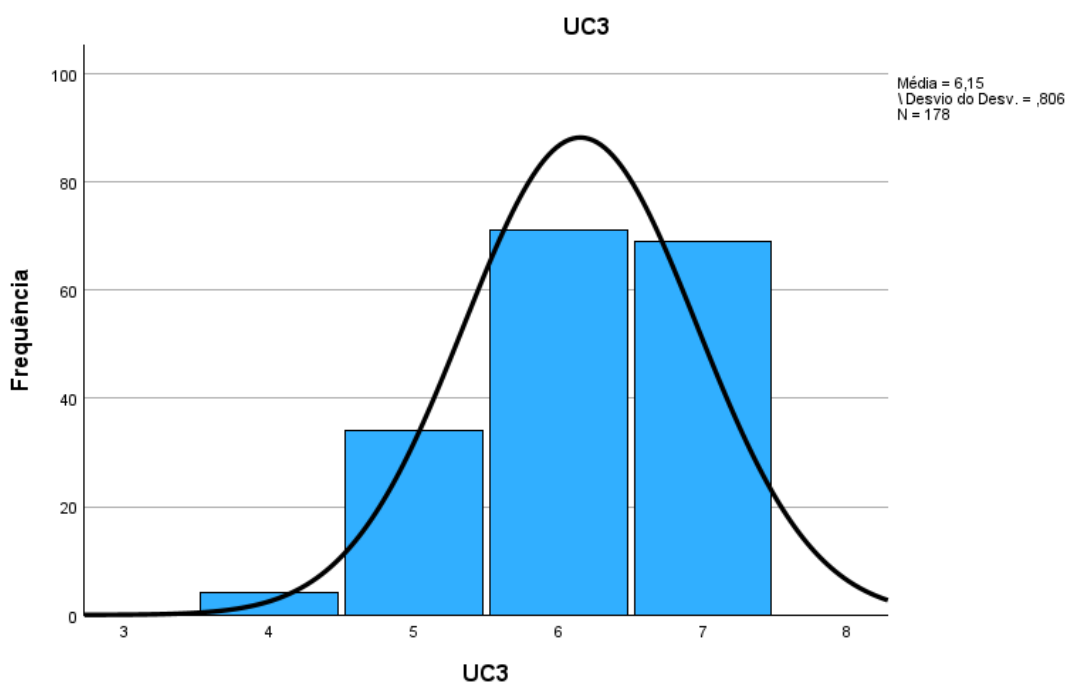
UC3 - "Acredito que o blockchain é seguro"

A análise da métrica UC3 revela a percepção mais positiva entre as três métricas de confiança. A média de 6,15 (em uma escala de 1 a 7) indica um nível muito alto de crença na segurança do blockchain. O erro padrão da média de 0,060 sugere uma estimativa muito precisa da média populacional (Tabela 5).

A moda de 6 indica que esta foi a resposta mais frequente, reforçando a forte inclinação positiva. O desvio padrão de 0,806 e a variância de 0,649 mostram a menor dispersão entre as

três métricas, indicando uma alta consistência nas opiniões dos participantes sobre a segurança do blockchain.

Figura 23 - Histograma da UC3 feita com o uso do IBM SPSS



Fonte: Autor.

A assimetria negativa de -0,545 confirma uma distribuição inclinada para a direita, com uma concentração de respostas nos valores mais altos da escala. A curtose de -0,537 sugere uma distribuição mais achatada que a normal, indicando uma dispersão um pouco mais uniforme das respostas nos valores mais altos.

O intervalo de respostas vai de 4 a 7, sendo o mínimo mais alto entre as três métricas. Isso indica que todos os participantes avaliaram a segurança do blockchain pelo menos na metade superior da escala, reforçando fortemente a percepção positiva em relação à segurança da tecnologia.

Em resumo, a análise das três métricas (UC1, UC2 e UC3) demonstra um alto nível de confiança no blockchain entre os participantes, com UC3 (segurança) apresentando a avaliação mais positiva, seguida por UC1 (confiança geral) e UC2 (confiabilidade). Todas as métricas mostram uma forte tendência para avaliações positivas, com distribuições consistentemente inclinadas para os valores mais altos da escala.

Expectativa de esforço

A análise descritiva das respostas relacionadas ao Construto "Expectativa de esforço" é realizada através das métricas UE1, UE2 e UE3. A Tabela 6 resume as principais medidas estatísticas para cada uma dessas métricas, que serão analisadas detalhadamente a seguir.

Tabela 8 - Estatística descritiva das métricas UE1, UE2 e UE3 feita no IBM SPSS

Estatísticas		UE1	UE2	UE3
N	Válido	178	178	178
	Omisso	0	0	0
Média		4,75	6,05	3,43
Erro de média padrão		,153	,071	,136
Modo		7	6	2
Erro Desvio		2,038	,952	1,819
Variância		4,153	,907	3,309
Assimetria		-,373	-1,213	,728
Erro de assimetria padrão		,182	,182	,182
Curtose		-1,294	2,089	-,581
Erro de Curtose padrão		,362	,362	,362
Mínimo		1	2	1
Máximo		7	7	7

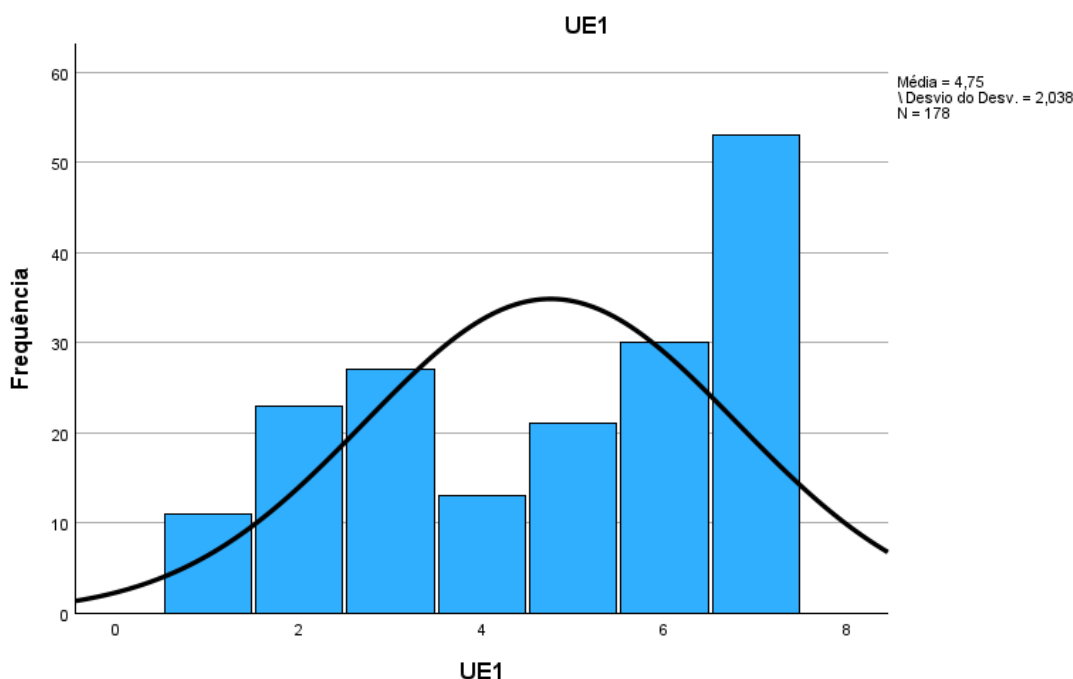
Fonte: Autor.

UE1 - "Aprender a usar o blockchain é fácil para mim"

A análise da métrica UE1 revela uma percepção moderadamente positiva quanto à facilidade de aprendizado do blockchain. A média de 4,75 (em uma escala de 1 a 7) indica uma tendência ligeiramente acima do ponto médio da escala. O erro padrão da média de 0,153 sugere uma estimativa razoavelmente precisa da média populacional (Tabela 6).

A moda de 7 indica que a resposta mais frequente foi a mais positiva possível, embora a média mais baixa sugira uma dispersão considerável nas respostas. Isso é confirmado pelo alto desvio padrão de 2,038 e pela variância de 4,153, indicando uma ampla variedade de opiniões sobre a facilidade de aprendizado, observado na Figura 25, por intermédio do histograma e o comportamento da curva normal de UE1:

Figura 24 - Histograma da UE1 feita com o uso do IBM SPSS



Fonte: Autor.

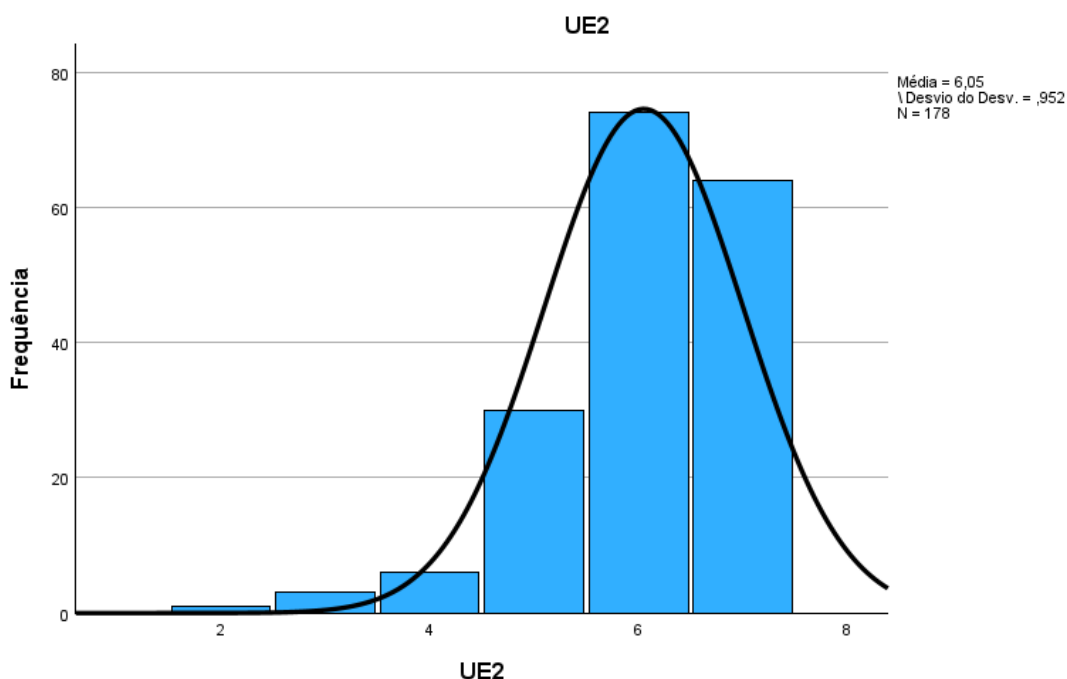
A assimetria negativa de -0,373 indica uma leve inclinação para os valores mais altos da escala. A curtose de -1,294 sugere uma distribuição mais achatada que a normal, confirmando a dispersão das respostas, já o intervalo de respostas de 1 a 7 mostra que houve opiniões em toda a extensão da escala, refletindo uma diversidade de percepções sobre a facilidade de aprendizado do blockchain.

UE2 - "Minha interação com o blockchain é clara e compreensível"

A métrica UE2 apresenta uma visão mais positiva em comparação com UE1, apresentando uma média de 6,05 indica uma percepção bastante favorável sobre a clareza e compreensibilidade da interação com o blockchain. O erro padrão da média de 0,071 sugere uma estimativa precisa, como estimadores estatísticos apresentados na Tabela 6.

A moda de 6 reforça a tendência positiva, e o desvio padrão de 0,952 e a variância de 0,907 indicam uma dispersão menor que UE1, sugerindo maior consenso entre os respondentes. Este comportamento da normal pode ser observado visualmente na Figura 26:

Figura 25 - Histograma da UE2 feita com o uso do IBM SPSS



Fonte: Autor.

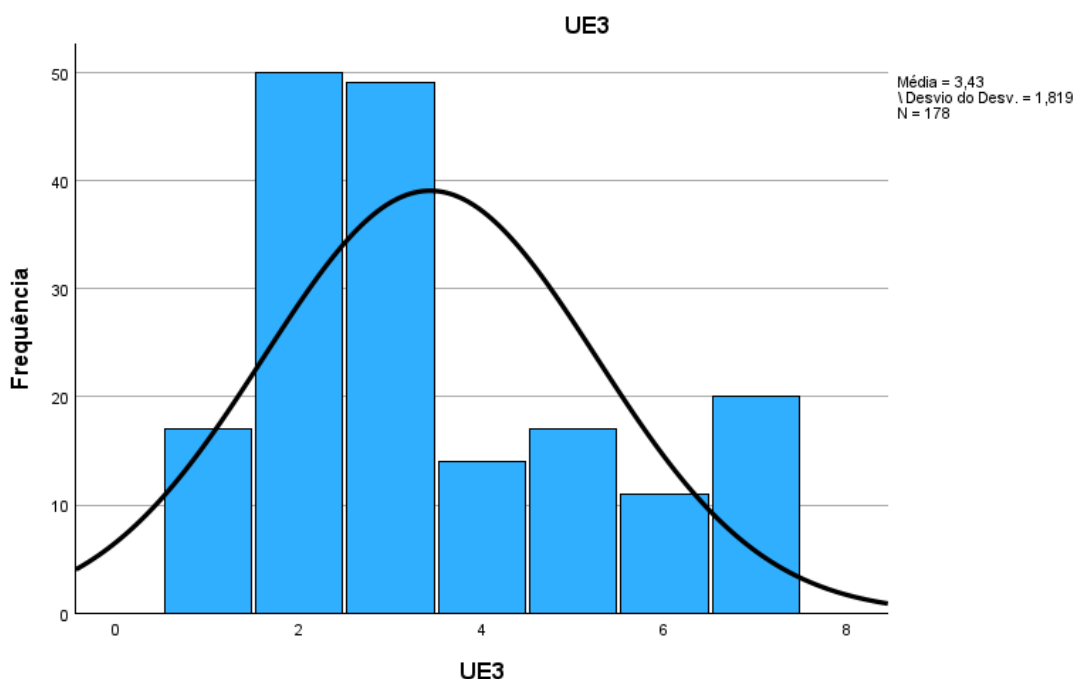
A assimetria fortemente negativa de -1,213 confirma uma distribuição inclinada para a direita, com concentração nos valores mais altos. A curtose de 2,089 indica uma distribuição mais pontiaguda que a normal, reforçando a concentração de respostas, já o intervalo de 2 a 7 mostra que mesmo as avaliações mais baixas estão acima do ponto mínimo da escala, indicando uma percepção geralmente positiva (Tabela 6).

UE3 - "Acho o blockchain fácil de usar"

A métrica UE3 apresenta a média mais baixa entre as três, com 3,43, sugerindo uma percepção ligeiramente negativa quanto à facilidade de uso do blockchain. O erro padrão da média de 0,136 indica uma estimativa razoavelmente precisa demonstrado na Tabela 6.

O modo de 2 reforça a tendência para avaliações mais baixas, com desvio padrão de 1,819 e a variância de 3,309 mostram uma dispersão considerável nas respostas, embora menor que UE1. A Figura 27 permite observar a assimetria positiva na inclinação da curva normal, que será descrito a seguir:

Figura 26 - Histograma da UE3 feita com o uso do IBM SPSS



Fonte: Autor.

A assimetria positiva de 0,728 indica uma inclinação para os valores mais baixos da escala. A curtose de -0,581 sugere uma distribuição mais achatada que a normal, indicando uma dispersão das respostas. O intervalo de 1 a 7 mostra opiniões em toda a extensão da escala, mas com uma tendência para avaliações mais baixas.

Em resumo, a análise das métricas UE1, UE2 e UE3 revela percepções variadas sobre a expectativa de esforço relacionada ao blockchain. Enquanto a interação é vista como clara e compreensível (UE2), há menos consenso sobre a facilidade de aprendizado (UE1) e uma percepção ligeiramente negativa quanto à facilidade de uso (UE3). Isso sugere que, embora os usuários entendam bem suas interações com o blockchain, ainda percebem desafios em aprender e usar a tecnologia de forma eficiente.

Influência social

A análise descritiva das respostas relacionadas ao Construto "Influência social" é realizada através das métricas UI1, UI2 e UI3. A Tabela 7 resume as principais medidas estatísticas para cada uma dessas métricas, que serão analisadas detalhadamente a seguir:

Tabela 9 - Estatística descritiva das métricas UI1, UI2 e UI3 feita no IBM SPSS

Estatísticas		UI1	UI2	UI3
N	Válido	178	178	178
	Omisso	0	0	0
Média		5,93	5,88	5,96
Erro de média padrão		,070	,083	,078
Modo		6	6	6
Erro Desvio		,930	1,108	1,043
Variância		,865	1,228	1,089
Assimetria		-,759	-1,643	-1,158
Erro de assimetria padrão		,182	,182	,182
Curtose		,795	3,909	1,439
Erro de Curtose padrão		,362	,362	,362
Mínimo		2	1	2
Máximo		7	7	7

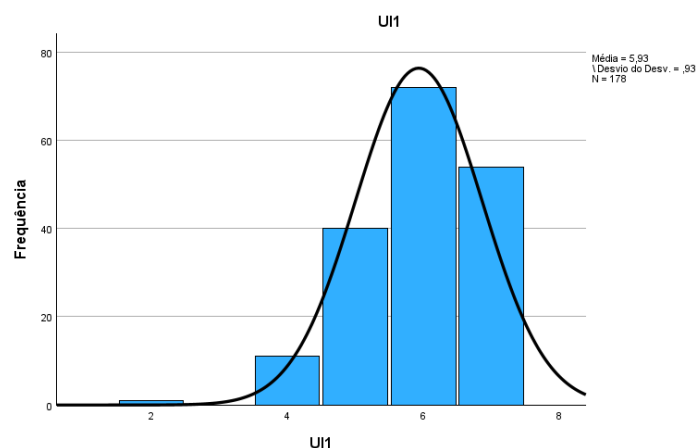
Fonte: Autor.

UI1 - "Pessoas que influenciam meu comportamento pensam que eu deveria usar o blockchain"

A análise da métrica UI1 revela uma percepção positiva quanto à influência social para o uso do blockchain. A média de 5,93 (em uma escala de 1 a 7) indica uma tendência claramente acima do ponto médio da escala. O erro padrão da média de 0,070 sugere uma estimativa precisa da média populacional (Tabela 7).

A moda de 6 reforça a tendência positiva, sendo a resposta mais frequente. O desvio padrão de 0,930 e a variância de 0,865 indicam uma dispersão relativamente baixa nas respostas, sugerindo um consenso considerável entre os participantes, como pode ser observado no comportamento da curva normal apresentada na Figura 28.

Figura 27 - Histograma da UI1 feita com o uso do IBM SPSS



Fonte: Autor.

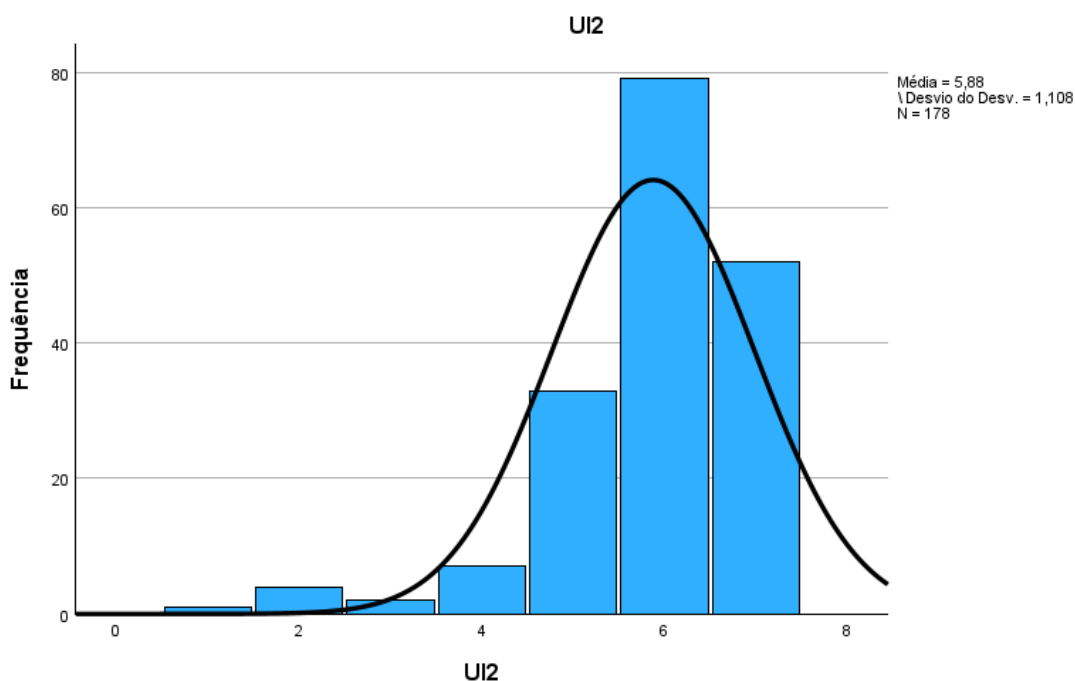
A assimetria negativa de -0,759 confirma uma distribuição inclinada para a direita, com concentração nos valores mais altos da escala. A curtose de 0,795 sugere uma distribuição ligeiramente mais pontiaguda que a normal. O intervalo de respostas de 2 a 7 mostra que mesmo as avaliações mais baixas estão acima do ponto mínimo da escala, indicando uma percepção geralmente positiva da influência social.

UI2 - "Pessoas que são importantes para mim pensam que eu deveria usar o blockchain"

A métrica UI2 apresenta uma visão ligeiramente menos positiva em comparação com UI1, mas ainda favorável. A média de 5,88 indica uma percepção positiva sobre a importância atribuída ao uso do blockchain por pessoas significativas. O erro padrão da média de 0,083 sugere uma estimativa precisa.

A moda de 6 reforça a tendência positiva. O desvio padrão de 1,108 e a variância de 1,228 indicam uma dispersão um pouco maior que UI1, sugerindo opiniões ligeiramente mais variadas, a Figura 29 apresenta o comportamento da curva normal.

Figura 28 - Histograma da UI2 feita com o uso do IBM SPSS



Fonte: Autor.

Assimetria fortemente negativa de -1,643 confirma uma distribuição muito inclinada para a direita, com forte concentração nos valores mais altos. A curtose de 3,909 indica uma

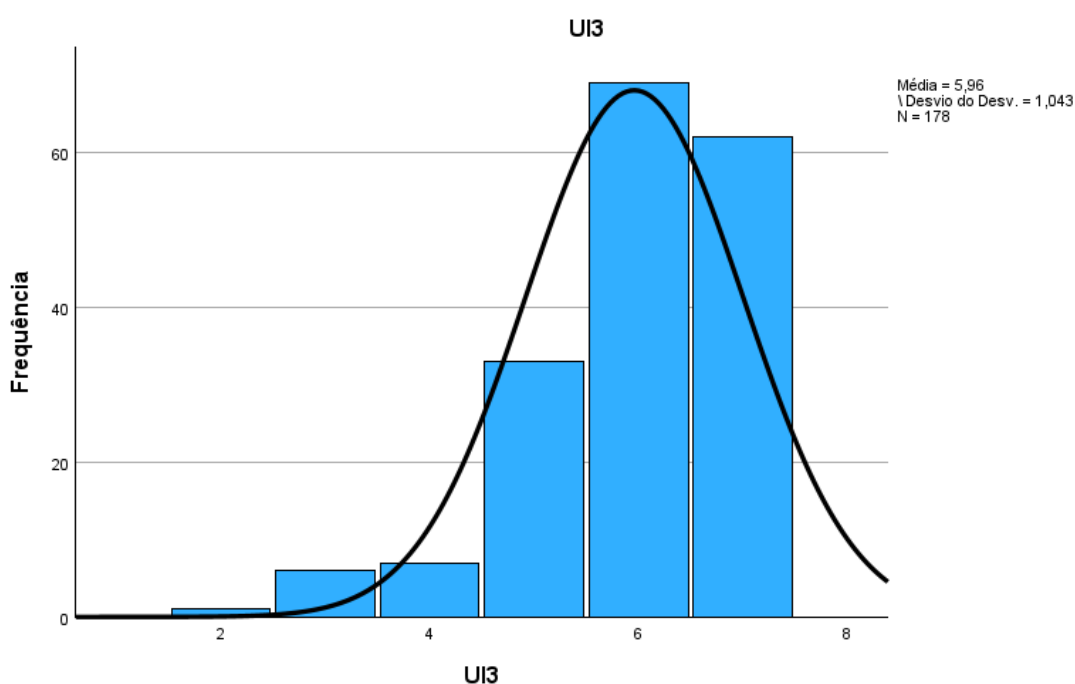
distribuição significativamente mais pontiaguda que a normal, reforçando a concentração de respostas nos valores mais altos. O intervalo de 1 a 7 mostra que, embora haja algumas avaliações baixas, a grande maioria tende para o lado positivo da escala.

UI3 - "Em geral, a organização tem apoiado o uso do blockchain"

A métrica UI3 apresenta uma média de 5,96, a mais alta entre as três, sugerindo um forte apoio organizacional percebido para o uso do blockchain. O erro padrão da média de 0,078 indica uma estimativa precisa (Tabela 7).

A moda de 6 reforça a tendência para avaliações altas. O desvio padrão de 1,043 e a variância de 1,089 mostram uma dispersão moderada nas respostas, indicando um bom nível de consenso, observe o comportamento da curva normal na Figura 30, apresentando uma inclinação significativa.

Figura 29 - Histograma da UI3 feita com o uso do IBM SPSS



Fonte: Autor.

A assimetria negativa de -1,158 indica uma inclinação significativa para os valores mais altos da escala. A curtose de 1,439 sugere uma distribuição mais pontiaguda que a normal, indicando uma concentração de respostas nos valores mais altos. O intervalo de 2 a 7 mostra que mesmo as avaliações mais baixas estão acima do ponto mínimo da escala, reforçando a percepção positiva do apoio organizacional.

Em resumo, a análise das métricas UI1, UI2 e UI3 revela uma forte influência social positiva em relação ao uso do blockchain. Todas as três métricas apresentam médias altas, com UI3 (apoio organizacional) sendo ligeiramente mais forte, seguida de perto por UI1 (influência de pessoas importantes) e UI2 (opinião de pessoas significativas). Isso sugere que tanto o ambiente social quanto o organizacional são percebidos como fortemente favoráveis à adoção e uso do blockchain.

Qualidade do design da CS

A Tabela 8 apresenta as estatísticas descritivas para as métricas AQ1, AQ2 e AQ3, que estão associadas à qualidade do design da cadeia de suprimentos. Vamos analisar cada uma delas:

Tabela 10 - Estatística descritiva das métricas AQ1, AQ2 e AQ3 feita no IBM SPSS

Estatísticas		AQ1	AQ2	AQ3
N	Válido	178	178	178
	Omisso	0	0	0
Média		5,89	5,92	5,65
Erro de média padrão		,085	,083	,087
Modo		7	6	6
Erro Desvio		1,127	1,104	1,165
Variância		1,271	1,219	1,358
Assimetria		-1,319	-1,462	-1,109
Erro de assimetria padrão		,182	,182	,182
Curtose		2,499	3,163	1,562
Erro de Curtose padrão		,362	,362	,362
Mínimo		1	1	2
Máximo		7	7	7

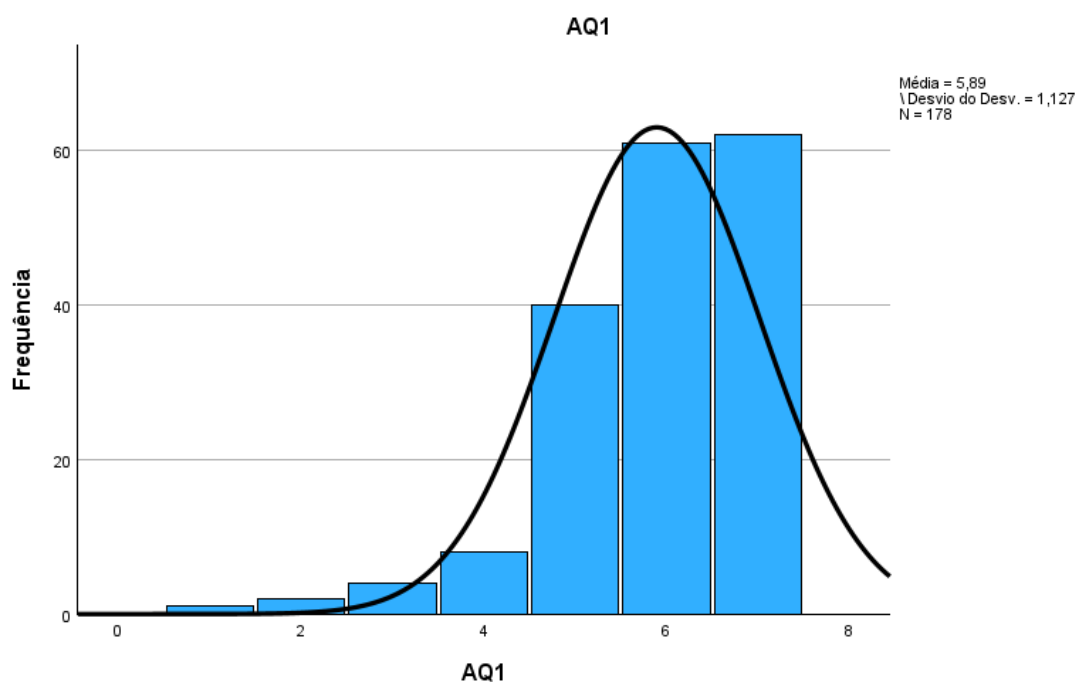
Fonte: Autor.

AQ1 - (Presumivelmente relacionada à qualidade do design da CS)

A média de 5,89 indica uma percepção bastante positiva sobre este aspecto da qualidade do design, já o erro padrão da média de 0,085 sugere uma estimativa precisa. Outro fator é a moda de 7 indica que a resposta mais frequente foi a mais alta possível, reforçando a tendência positiva, o que é reforçado pelo desvio padrão de 1,127 e a variância de 1,271 mostram uma dispersão moderada nas respostas.

A assimetria fortemente negativa de -1,319 confirma uma distribuição inclinada para a direita, com concentração nos valores mais altos. A curtose de 2,406 indica uma distribuição mais pontiaguda que a normal, sendo que o intervalo de 1 a 7 mostra que, embora haja algumas avaliações baixas, a maioria tende para o lado positivo da escala, como demonstrado na Figura 31 que mostra o histograma contendo a curva normal tendendo a direita.

Figura 30 - Histograma da AQ1 feita com o uso do IBM SPSS



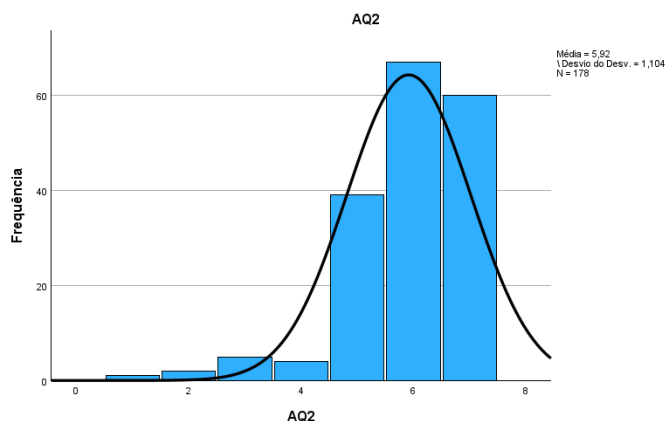
Fonte: Autor.

AQ2 - (Presumivelmente outro aspecto da qualidade do design da CS)

Com uma média de 5,92, sendo a maior dentre as três do mesmo Construto, com um erro padrão da média de 0,083 indica uma estimativa precisa. A moda de 6 reforça a tendência positiva, o que é confirmado com o desvio padrão de 1,104 e a variância de 1,219 são similares a AQ1, indicando uma dispersão moderada.

Com relação a assimetria negativa de -1,462 que é a mais forte das três métricas, indicando uma forte inclinação para os valores mais altos. A curtose de 3,163 sugere uma distribuição significativamente mais pontiaguda que a normal, que pode ser observado na Figura 32, demonstrando uma curva normal com maiores concentrações em valores superiores na escala Likert se comparado com as outras duas métricas do mesmo Construto:

Figura 31 - Histograma da AQ2 feita com o uso do IBM SPSS



Fonte: Autor.

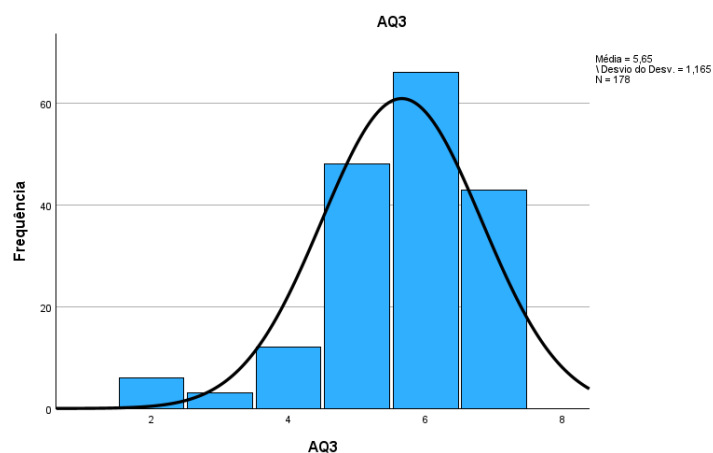
AQ3 - (Presumivelmente um terceiro aspecto da qualidade do design da CS)

A média de 5,65 representa a mais baixa das três métricas sobre o mesmo Construto, porém com tendências positiva. O erro padrão da média de 0,087 mantém a precisão da estimativa.

A moda de 6 continua indicando uma tendência positiva, porém com desvio padrão de 1,165 e a variância de 1,358 que são ligeiramente maiores se comparada com outras duas métricas do mesmo Construto, sugerindo opiniões um pouco mais variadas.

A assimetria negativa de -1,109 confirma a inclinação para valores mais altos, embora menos pronunciada que nas outras métricas. A curtose de 1,562 indica uma distribuição mais pontiaguda que a normal, mas menos que AQ1 e AQ2, que pode ser observada no histograma apresentado na Figura 33:

Figura 32 - Histograma da AQ3 feita com o uso do IBM SPSS



Fonte: Autor.

Em resumo, a análise das métricas AQ1, AQ2 e AQ3 revela uma percepção muito positiva da qualidade do design da cadeia de suprimentos. Todas as três métricas apresentam médias altas dentro da escala de 1 a 7, com AQ2 sendo ligeiramente mais forte dentre as três métricas, seguida de perto por AQ1 e AQ3. Isso sugere que os participantes têm uma visão consistentemente favorável sobre diferentes aspectos da qualidade do design da cadeia de suprimentos, com uma forte tendência para avaliações nos níveis mais elevados da escala.

Reatividade

A análise descritiva das respostas relacionadas à variável latente "Reatividade" é feita através das métricas AR1, AR2 e AR3. A Tabela 9 abaixo apresenta as estatísticas descritivas para essas três métricas.

Tabela 11 - Estatística descritiva das métricas AR1, AR2 e AR3 feita no IBM SPSS

Estatísticas		AR1	AR2	AR3
N	Válido	178	178	178
	Omisso	0	0	0
Média		5,89	5,89	5,95
Erro de média padrão		,069	,065	,067
Modo		6	6	6
Erro Desvio		,920	,873	,897
Variância		,846	,763	,805
Assimetria		-,920	-,254	-,896
Erro de assimetria padrão		,182	,182	,182
Curtose		1,556	-,809	1,147
Erro de Curtose padrão		,362	,362	,362
Mínimo		2	4	3
Máximo		7	7	7

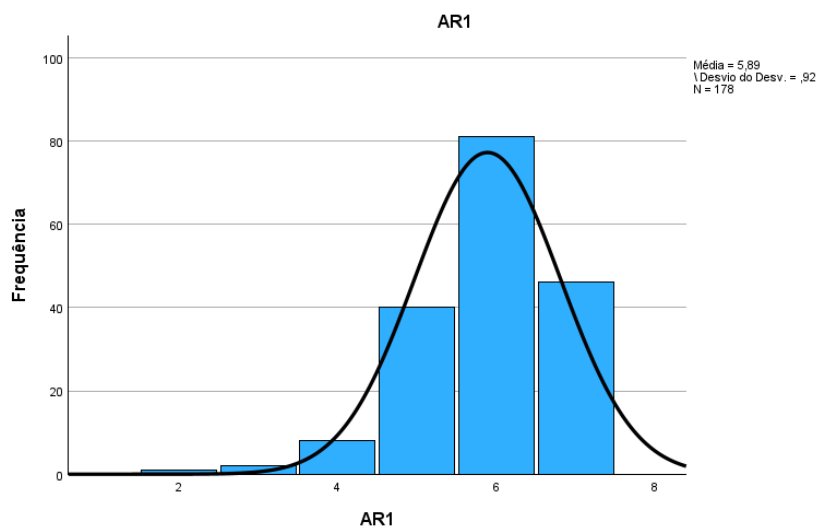
Fonte: Autor.

AR1 - Reajo rapidamente às mudanças no ambiente de negócios

A métrica AR1 avalia a rapidez com que os participantes reagem às mudanças no ambiente de negócios, as estatísticas descritivas indicadas na Tabela 9 mostram uma média de 5,89, sugerindo que os participantes consideram-se bastante reativos às mudanças. A assimetria negativa (-0,920) sugere que a maioria das respostas está concentrada em valores altos, enquanto a curtose positiva (1,556) indica uma distribuição mais afunilada, com uma

concentração significativa em torno da média, revelando a curva normal apresentada na Figura 34:

Figura 33 - Histograma da AR1 feita com o uso do IBM SPSS

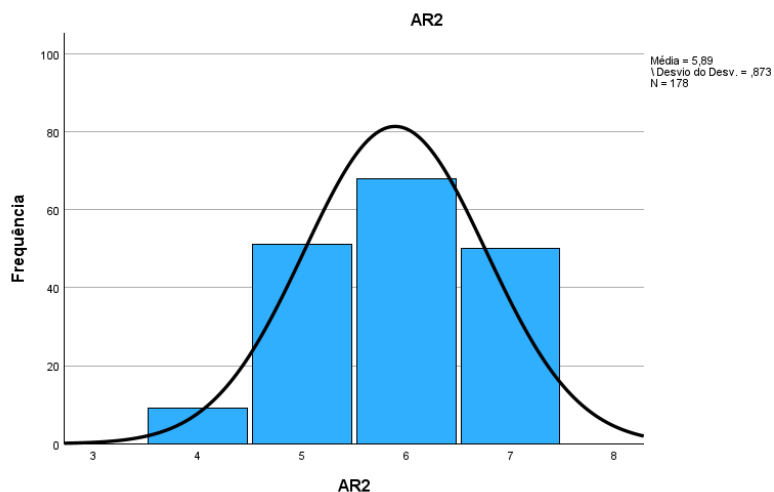


Fonte: Autor.

AR2 - Adapto-me facilmente a novas condições

A métrica AR2 avalia a facilidade com que os participantes se adaptam a novas condições, conforme apresentado na Tabela 9, a média de 5,89 reflete uma alta capacidade de adaptação entre os participantes. A assimetria ligeiramente negativa (-0,254) indica uma leve tendência de respostas mais altas, enquanto a curtose negativa (-0,809) sugere uma distribuição mais plana, com menor concentração em torno da média, que pode ser observada na curva normal apresentada pela Figura 35:

Figura 34 - Histograma da AR2 feita com o uso do IBM SPSS

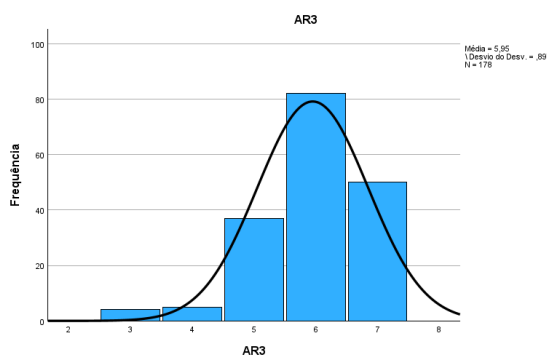


Fonte: Autor.

AR3 - Sou capaz de ajustar minhas ações conforme necessário

A métrica AR3 verifica a capacidade dos participantes de ajustar suas ações conforme necessário, de acordo com a Tabela 9, a média de 5,95 é a mais alta entre as três métricas, indicando uma percepção muito positiva da capacidade de ajuste dos participantes. A assimetria negativa (-0,896) e a curtose positiva (1,147) refletem uma distribuição com concentração elevada de respostas altas, similar ao padrão observado em AR1, que pode ser observado na curva normal apresentada na Figura 36:

Figura 35 - Histograma da AR3 feita com o uso do IBM SPSS



Fonte: Autor.

Proatividade na Cadeia de Suprimentos (CS)

A análise descritiva das respostas relacionadas ao Construto "Proatividade na Cadeia de Suprimentos (CS)" é realizada através das métricas AP1, AP2 e AP3. A Tabela 10 apresenta as estatísticas descritivas para essas três métricas.

Tabela 12 - Estatística descritiva das métricas AP1, AP2 e AP3 feita no IBM SPSS

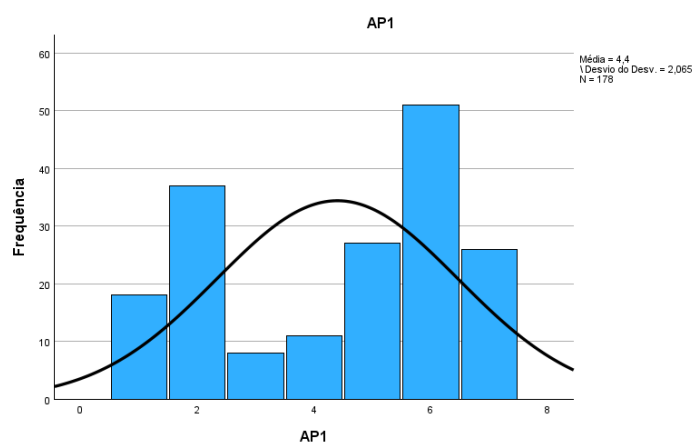
Estatísticas		AP1	AP2	AP3
N	Válido	178	178	178
	Omisso	0	0	0
Média		4,40	5,96	6,02
Erro de média padrão		,155	,068	,077
Modo		6	6	7
Erro Desvio		2,065	,913	1,025
Variância		4,264	,834	1,050
Assimetria		-,368	-,721	-1,033
Erro de assimetria padrão		,182	,182	,182
Curtose		-1,384	1,056	1,011
Erro de Curtose padrão		,362	,362	,362
Mínimo		1	2	2
Máximo		7	7	7

Fonte: Autor.

AP1 - Adoção de práticas de produção eficientes

A métrica AP1 avalia a adoção de práticas de produção eficientes, conforme indicado na Tabela 10, a média de 4,40 sugere uma adoção moderada dessas práticas entre os participantes. A assimetria negativa de -0,368 mostra que há uma leve tendência de respostas concentradas em valores mais altos, já a curtose de -1,384 revela uma distribuição mais achatada, indicando uma menor concentração de respostas em torno da média, que são apresentados na curva normal para AP1, na Figura 37:

Figura 36 - Histograma da AP1 feita com o uso do IBM SPSS

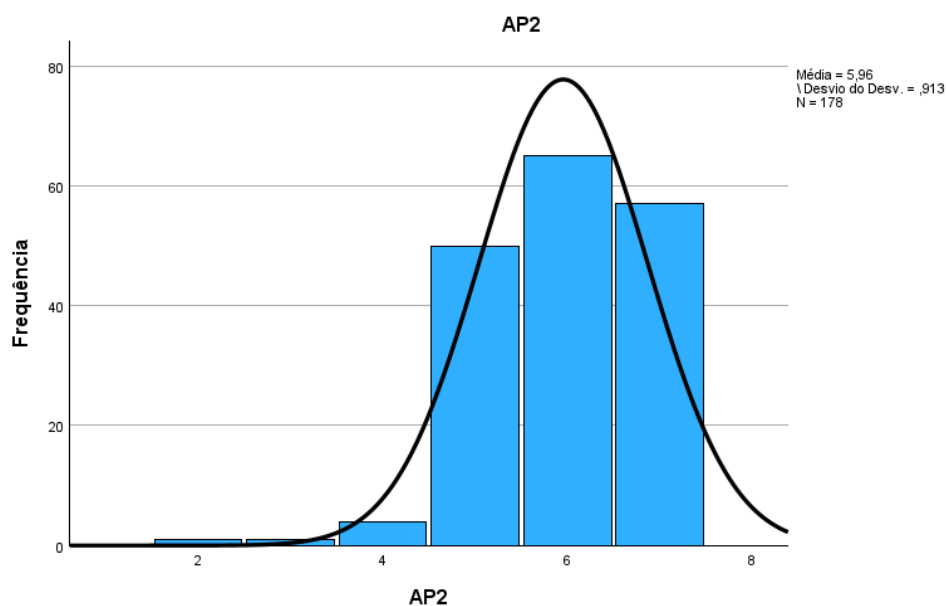


Fonte: Autor.

AP2 - Implementação de tecnologias avançadas

A métrica AP2 avalia a implementação de tecnologias avançadas, sendo a média de 5,96 apresentada na Tabela 10 indica uma alta implementação dessas tecnologias entre os participantes. A assimetria de -0,721 aponta para uma concentração de respostas em valores mais altos, e a curtose de 1,056 sugere uma distribuição mais pontiaguda, refletindo uma alta concentração de respostas próximas da média, revelados na curva normal da Figura 38:

Figura 37 - Histograma da AP2 feita com o uso do IBM SPSS

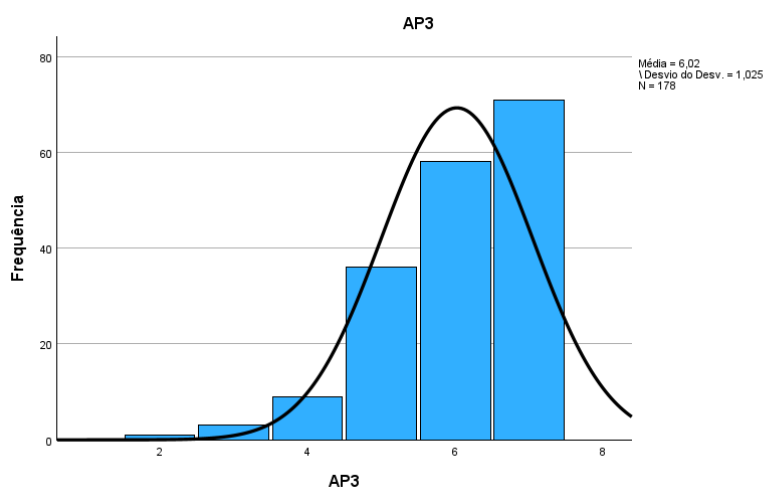


Fonte: Autor.

AP3 - Eficiência nas operações de cadeia de suprimentos

A métrica AP3 verifica a eficiência nas operações da cadeia de suprimentos, de acordo com a Tabela 10, a média de 6,02 é a mais alta entre as três métricas, indicando uma percepção muito positiva da eficiência operacional. A assimetria de -1,033 mostra uma forte tendência de respostas concentradas em valores mais altos e a curtose de 1,011 também indica uma distribuição mais pontiaguda, com uma concentração elevada de respostas próximas da média, revelados na Figura 39 que apresenta a curva normal para AP3

Figura 38 - Histograma da AP3 feita com o uso do IBM SPSS



Fonte: Autor.

Facilidade de Implementação

A análise descritiva das respostas relacionadas ao Construto "Facilidade de Implementação" é realizada através das métricas UF1, UF2 e UF3. A Tabela 11 apresenta as estatísticas descritivas para essas três métricas.

Tabela 13 - Estatística descritiva das métricas UF1, UF2 e UF3 feita no IBM SPSS

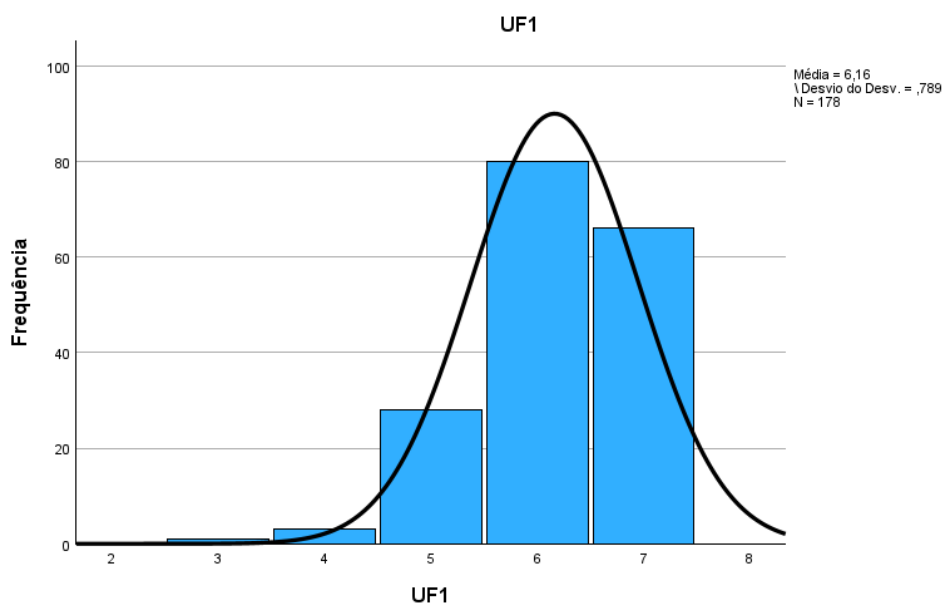
Estatísticas		UF1	UF2	UF3
N	Válido	178	177	177
	Omisso	0	1	1
Média		6,16	5,88	5,99
Erro de média padrão		,059	,070	,069
Modo		6	6	6
Erro Desvio		,789	,931	,920
Variância		,623	,867	,847
Assimetria		-,786	-,658	-1,494
Erro de assimetria padrão		,182	,183	,183
Curtose		,704	,442	4,433
Erro de Curtose padrão		,362	,363	,363
Mínimo		3	3	2
Máximo		7	7	7

Fonte: Autor.

UF1 - Facilidade de uso inicial

A métrica UF1 avalia a facilidade de uso inicial do blockchain, conforme indicado na Tabela 11, a média de 6,16 sugere que os participantes consideram o blockchain fácil de usar inicialmente. A assimetria de -0,786 mostra que a distribuição das respostas está concentrada em valores mais altos, e a curtose de 0,704 indica uma distribuição levemente mais pontiaguda, refletindo uma concentração de respostas próximas da média, como pode ser observado na Figura 40, que apresenta a respectiva curva normal.

Figura 39 - Histograma da UF1 feita com o uso do IBM SPSS

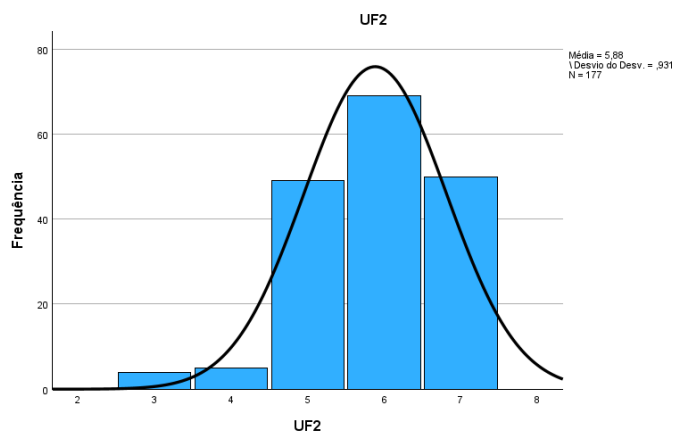


Fonte: Autor.

UF2 - Facilidade de integração com sistemas existentes

A métrica UF2 avalia a facilidade de integração do blockchain com sistemas existentes, com a média de 5,88, conforme apresentada na Tabela 11, sugere que os participantes consideram a integração do blockchain moderadamente fácil. A assimetria de -0,658 indica uma concentração de respostas em valores mais altos, e a curtose de 0,442 sugere uma distribuição levemente mais achatada, indicando uma menor concentração de respostas em torno da média, observadas na curva normal apresentada na Figura 41.

Figura 40 - Histograma da UF2 feita com o uso do IBM SPSS

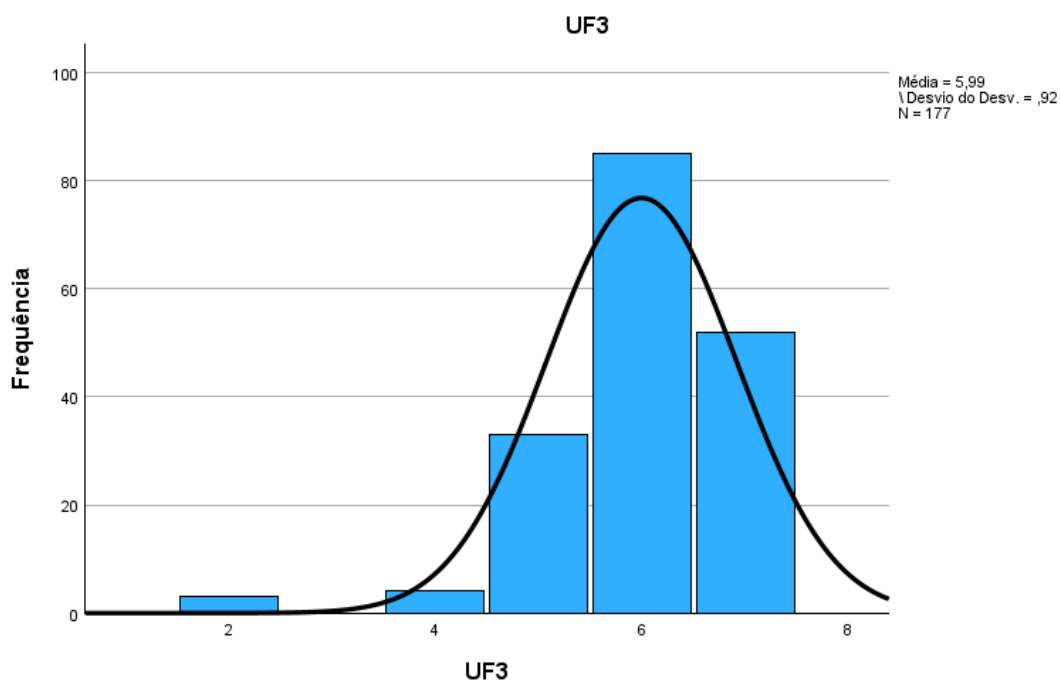


Fonte: Autor.

UF3 - Facilidade de adaptação às necessidades da empresa

A métrica UF3 verifica a facilidade de adaptação do blockchain às necessidades específicas da empresa, onde de acordo com a Tabela 11, a média de 5,99 é alta, indicando uma percepção positiva dos participantes quanto à adaptabilidade do blockchain. A assimetria de -1,494 mostra uma forte tendência de respostas concentradas em valores mais altos, e a curtose de 4,433 indica uma distribuição muito mais pontiaguda, refletindo uma alta concentração de respostas próximas da média, apresentada na curva normal (Figura 42).

Figura 41 - Histograma da UF3 feita com o uso do IBM SPSS



Fonte: Autor.

APÊNDICE D – ESTRATÉGIA DE ANÁLISE DE DADOS

A análise dos dados coletados nesta pesquisa será realizada utilizando o software SmartPLS, que permite a execução de modelagem de equações estruturais por meio do método de mínimos quadrados parciais PLS-SEM[®] (Ringle et al., 2014; Wong, 2013; Sarstedt & Cheah, 2019). Esta abordagem foi escolhida devido à sua adequação para testar as hipóteses da pesquisa, considerando a complexidade dos construtos envolvidos e as inter-relações entre eles (Chin, 2010; Ketchen, 2013; Hair et al., 2019). O PLS-SEM[®] é particularmente apropriado para este estudo por DIFERENTES razões. Primeiramente, permite a análise simultânea de múltiplas relações entre os construtos e suas respectivas variáveis observáveis ou indicadores (Ketchen, 2013; Franke & Sarstedt, 2019; Sarstedt et al., 2019). Além disso, o PLS-SEM[®] é capaz de lidar eficientemente com modelos complexos que envolvem múltiplos construtos e caminhos, sem impor restrições de distribuição aos dados (Franke & Sarstedt, 2019; Hair et al., 2019; Sarstedt et al., 2019).

Uma vantagem significativa do PLS-SEM[®] é sua capacidade de realizar análises de regressão múltipla de forma simultânea e integrada, permitindo a avaliação das relações diretas e indiretas entre os construtos (Adams & Lamont, 2003; Hair *et al.*, 2019; Sarstedt & Cheah, 2019). Isso é crucial para nosso estudo, que visa examinar as interconexões entre diversos fatores em um framework complexo, além disso, o PLS-SEM[®] é robusto mesmo com amostras menores e pode lidar eficazmente com dados que não seguem uma distribuição normal (Chin, 2010; Wong, 2013; Ringle *et al.*, 2014).

Outra característica relevante do PLS-SEM[®] é sua abordagem baseada em variância, que se concentra na maximização da variância explicada das variáveis dependentes (Henseler et al., 2016; Hair et al., 2019; Sarstedt *et al.*, 2019). Isso o torna particularmente útil para pesquisas exploratórias e para o desenvolvimento de teorias, alinhando-se bem com os objetivos deste estudo (Franke & Sarstedt, 2019; Sarstedt *et al.*, 2019; Sarstedt & Cheah, 2019). Por fim, o PLS-SEM[®] oferece uma série de índices e critérios de avaliação que permitem uma análise abrangente tanto do modelo de mensuração quanto do modelo estrutural, fornecendo uma visão holística da qualidade e do poder explicativo do modelo proposto (Bowen & Guo, 2011; Llabre & Arguelles, 2013; Hair et al., 2021).

O processo de análise será dividido em duas etapas principais: a avaliação dos modelos de mensuração e a análise estrutural, onde na primeira etapa, serão avaliados aspectos como a multicolinearidade entre as métricas, utilizando o fator de inflação da variância (VIF), com um limite de $VIF < 5$ para garantir a estabilidade do modelo (Raykov, 1997; Henseler et al., 2015;

Hair et al., 2019). Além disso, serão calculados os índices de confiabilidade, como o alfa de confiabilidade composta, e as validações de validade convergente e validade discriminante, utilizando a matriz HTMT, uma vez que o Alfa de Cronbach pode ser inflacionado em modelos com múltiplas regressões (Ketchen, 2013; Wong, 2013; Ringle et al., 2014).

O processo de análise será dividido em duas etapas principais: a avaliação dos modelos de mensuração e a análise estrutural, em que essa divisão é crucial para garantir a validade e confiabilidade do modelo antes de proceder à interpretação das relações estruturais (Weisburd et al., 2020; Hossain, 2022; Lane, 2023). Na primeira etapa, a avaliação do modelo de mensuração, serão analisados diversos aspectos:

- (1) Multicolinearidade: Será avaliada utilizando o fator de inflação da variância (VIF), com um limite de $VIF < 5$. Esta análise é fundamental porque a presença de alta multicolinearidade pode distorcer os resultados, levando a estimativas instáveis e dificultando a interpretação dos efeitos individuais das variáveis, em que as métricas altamente correlacionadas podem artificialmente inflar a significância de certos caminhos no modelo, comprometendo a validade das conclusões (Franke & Sarstedt, 2019; Hair et al., 2019; Sarstedt & Cheah, 2019).
- (2) Confiabilidade: Será calculado o Alfa de Confiabilidade Composta, que é preferível ao Alfa de Cronbach neste contexto, porque devido a sua adequação aos modelos PLS-SEM® porque considera as diferentes cargas externas das variáveis indicadoras, fornecendo uma estimativa mais precisa da consistência interna dos construtos (Adams & Lamont, 2003; Chin, 2010; Henseler et al., 2016). O Alfa de Cronbach, por outro lado, tende a subestimar a confiabilidade em modelos PLS-SEM®, assumindo que todos os indicadores são igualmente confiáveis. Além disso, em modelos com múltiplas regressões, como é o caso do PLS-SEM®, o Alfa de Cronbach pode ser inflacionado, levando a estimativas de confiabilidade potencialmente enganosas (Raykov, 1997; Henseler et al., 2015; Sarstedt et al., 2019).
- (3) Validade Convergente: Será avaliada através da variância média extraída (AVE). Esta medida indica o grau em que um Construto converge para explicar a variância de seus itens (Ketchen, 2013; Wong, 2013; Sarstedt & Cheah, 2019). Uma AVE de pelo menos 0,50 indica que o Construto explica mais da metade da variância de seus indicadores, apoiando a validade convergente (Raykov, 1997; Chin, 2010; Ringle et al., 2014).
- (4) Validade Discriminante: Será analisada utilizando a matriz de razão de correlações heterotrait-monotrait - HTMT, este método é mais robusto que o critério de Fornell-Larcker tradicional, especialmente em situações com alta correlação entre construtos

(Franke & Sarstedt, 2019; Hair et al., 2019; Sarstedt et al., 2019). A matriz HTMT ajuda a identificar se os construtos são verdadeiramente distintos uns dos outros, garantindo que cada Construto capture fenômenos únicos não representados por outros construtos no modelo (Wong, 2013; Henseler et al., 2015; Sarstedt & Cheah, 2019).

Estas análises são cruciais para estabelecer a qualidade do modelo de mensuração (Weisburd et al., 2020; Hossain, 2022; Lane, 2023). Apenas após confirmar que as métricas são confiáveis e válidas, permitindo proceder com confiança para a análise do modelo estrutural, pois garante que as relações entre construtos sejam baseadas em medidas sólidas e bem definidas (Bowen & Guo, 2011; Llabre & Arguelles, 2013).

Durante o processo de ajuste do modelo, é fundamental monitorar a colinearidade das métricas, pois a presença de alta colinearidade pode comprometer a estabilidade do modelo (Randolph & Myers, 2013; Daoud, 2017; Ali & Younas, 2021). As decisões sobre a modificação do modelo, incluindo a possível eliminação de métricas, serão baseadas em uma combinação de análises estatísticas descritivas, carregamentos fatoriais e índices de ajuste do modelo (Buja et al., 2009; Haig, 2018; Jacobucci, 2022).

A análise estatística descritiva desempenhará um papel crucial neste processo, assim, medidas como tendência central, dispersão, assimetria e curtose fornecerão insights sobre o comportamento das variáveis (Bowen & Guo, 2011; Llabre & Arguelles, 2013; Hair et al., 2021). Por exemplo, uma distribuição altamente assimétrica ou com curtose extrema pode indicar problemas potenciais com certas métricas, além disso, a análise da distribuição dos dados pode revelar padrões ou tendências que não são imediatamente aparentes nas análises multivariadas, mas que podem influenciar o desempenho do modelo (Chin, 2010; Ringle et al., 2014; Henseler et al., 2016).

Os carregamentos fatoriais serão examinados para identificar métricas com baixa contribuição para seus respectivos construtos (Franke & Sarstedt, 2019; Sarstedt et al., 2019; Sarstedt & Cheah, 2019). Simultaneamente, a análise descritiva dessas métricas pode ajudar a explicar por que certas variáveis não estão se comportando conforme esperado no modelo, como por exemplo, uma métrica com baixo carregamento fatorial e alta variabilidade na análise descritiva pode indicar que ela não está capturando consistentemente o Construto pretendido (Raykov, 1997; Chin, 2010; Henseler et al., 2016).

Essa abordagem integrada, combinando análises multivariadas com insights da estatística descritiva, permitirá uma tomada de decisão mais informada e robusta no processo de refinamento do modelo e as modificações feitas serão fundamentadas tanto na teoria quanto

nas características empíricas dos dados coletados(Ringle et al., 2014a, 2014b; Hair et al., 2019). O modelo proposto, com suas métricas e variáveis latentes, será apresentado em formato gráfico, seguido de uma descrição detalhada dos ajustes realizados e dos resultados obtidos, em que não apenas garantirá a robustez do modelo final, mas também fornecerá uma visão clara e transparente do processo analítico, alinhando-se às melhores práticas recomendadas na literatura de modelagem de equações estruturais e análise quantitativa em ciências sociais (Ringle et al., 2014b; Sarstedt et al., 2019; Sarstedt & Cheah, 2019).

APÊNDICE E – AJUSTE DO MODELO

Modelos teóricos demandam a avaliação, durante o processamento de dados coletados, a avaliação de sua adequação, envolvendo itens (métricas ou variáveis) e a qualidade das relações entre construtos. Cargas fatoriais e coeficientes de caminho (path coefficients) são avaliados a partir de sua comparação a padrões aceitos na literatura. Neste sentido, quaisquer impropriedades impõem processos como exclusão de itens ou eventualmente abandono de construtos. Em casos, como esses, o reprocessamento da modelagem de equações estruturais deve ser realizado de forma iterativa, buscando uma solução final que atenda os parâmetros definidos pela literatura.

Os coeficientes de caminho representam a força e a direção das relações entre variáveis latentes no modelo (Adams & Lamont, 2003; Ringle et al., 2014a). Valores próximos de zero indicam uma relação fraca ou inexistente, enquanto valores mais altos (positivos ou negativos) indicam uma relação forte (Llabre & Arguelles, 2013; Hair et al., 2021), a Tabela 12 apresenta os coeficientes de caminhos encontrados no modelo inicial.

Tabela 14 - Coeficientes de caminho (modelo inicial)

	<i>Coeficiente de caminho</i>
<i>Design -> Implementação BC</i>	0,037
<i>Design -> Proatividade</i>	0,338
<i>Proatividade -> Implementação BC</i>	0,349
<i>Reatividade -> Implementação BC</i>	0,482
<i>Reatividade -> Proatividade</i>	0,512

Fonte: Autor.

O coeficiente de caminho entre Design e Implementação BC é 0,037, valor insuficiente para se admitir impacto relevante na variável "Design" em "Implementação BC". Em termos práticos, isso significa que as características do design não contribuem significativamente para a implementação do BC. Os carregamentos externos ou *outer loadings* indicam a correlação entre os itens e os construtos, onde valores superiores a 0,7 sugerem correlação efetiva (Bowen & Guo, 2011; Hair et al., 2021; Dzin & Lay, 2021). A Tabela 13 apresenta os coeficientes de caminhos problemáticos em vermelho das métricas da pesquisa do modelo inicial.

Tabela 15 – Cargas fatoriais dos itens x construtos

	<i>Design</i>	<i>Implementação BC</i>	<i>Proatividade</i>	<i>Reatividade</i>
AP1			-0,133	
AP2			0,835	
AP3			0,803	
AQ1	0,858			
AQ2	0,818			
AQ3	0,767			
AR1				0,816
AR2				0,797
AR3				0,835
UC1		0,637		
UC2		0,687		
UC3		0,671		
UE1		0,045		
UE2		0,763		
UE3		-0,075		
UF1		0,684		
UF2		0,751		
UF3		0,717		
UI1		0,628		
UI2		0,720		
UI3		0,752		

Fonte: Autor.

Os problemas significativos identificados incluem:

- (1) AP1 com um carregamento de -0,133: Este valor negativo e baixo sugere que o indicador AP1 está correlacionado negativamente com o Construto "Proatividade", o que não é teoricamente esperado.
- (2) UE1 com um carregamento de 0,045: Este valor muito próximo de zero indica que o indicador UE1 tem uma correlação insignificante com o Construto "Implementação BC", sugerindo que não contribui de maneira significativa para medir o Construto.
- (3) UE3 com um carregamento de -0,075: Este valor negativo e baixo também indica uma correlação negativa e insignificante, tornando-o um indicador inadequado para o Construto "Implementação BC".

Os coeficientes de efeito (f-square) fornecem uma medida do impacto que uma variável exógena tem em uma variável endógena, sendo que valores acima de 0,02 indicam um pequeno efeito, acima de 0,15 um efeito médio e acima de 0,35 um grande efeito (Bowen & Guo, 2011;

Llabre & Arguelles, 2013; Rawashdeh et al., 2021). Na análise dos coeficientes de efeito, alguns problemas foram identificados como revelado na Tabela 14.

Tabela 16 - Análise dos coeficientes de efeito (f-square) do modelo inicial

	<i>Design</i>	<i>Implementação BC</i>	<i>Proatividade</i>	<i>Reatividade</i>
<i>Design</i>		0,002	0,191	
<i>Implementação BC</i>				
<i>Proatividade</i>		0,145		
<i>Reatividade</i>		0,322	0,441	

Fonte: Autor.

- (1) Design -> Implementação BC (0,002): O valor de 0,002 é extremamente baixo, indicando um impacto insignificante do Design na Implementação do Blockchain. Esse resultado sugere que a variável "Design" não contribui significativamente para explicar a variância em "Implementação BC", o que pode indicar problemas na formulação teórica do modelo ou na operacionalização desta variável latente.
- (2) Proatividade -> Implementação BC (0,145): Este valor está abaixo de 0,15, indicando um efeito pequeno. Embora não seja insignificante, ainda pode sugerir que a relação entre Proatividade e Implementação do Blockchain não é tão forte quanto esperado, exigindo uma revisão ou um ajuste no modelo.
- (3) Reatividade -> Implementação BC (0,322): Este valor indica um efeito médio a grande, sugerindo que a Reatividade tem um impacto significativo na Implementação do Blockchain.
- (4) Reatividade -> Proatividade (0,441): O valor mais alto nesta tabela indica um impacto substancial da Reatividade na Proatividade, reforçando a importância dessa relação no modelo.

Análise de Confiabilidade e Validade

A análise de confiabilidade e validade é essencial para avaliar a consistência interna e a validade convergente dos construtos no modelo (Bowen & Guo, 2011; Dzin & Lay, 2021). Os valores de confiabilidade composta (rho_c) acima de 0,7 e os valores de variância média extraída (AVE) acima de 0,5 são considerados aceitáveis (Raykov, 1997; Henseler et al., 2016;

Franke & Sarstedt, 2019). A Tabela 15 apresenta os valores de confiabilidade composta e de variância média extraída para os construtos do modelo inicial.

Tabela 17 - Confiabilidade composta e variância média extraída do modelo inicial

	<i>Confiabilidade composta (ρ_c)</i>	<i>Variância média extraída (AVE)</i>
<i>Design</i>	0,855	0,664
<i>Implementação BC</i>	0,874	0,412
<i>Proatividade</i>	0,580	0,453
<i>Reatividade</i>	0,857	0,666

Fonte: Autor.

- (1) Implementação BC (AVE = 0,412): A AVE abaixo de 0,5 indica que menos de 50% da variância dos indicadores é explicada pelo Construto. Isso sugere que os itens que medem "Implementação BC" podem não estar capturando adequadamente o Construto, necessitando revisão.
- (2) Proatividade (AVE = 0,453): Embora a confiabilidade composta esteja abaixo do limite aceitável (0,580), a AVE também é baixa (0,453), indicando que a medida de Proatividade pode não ser suficientemente confiável e precisa. Isso pode exigir uma revisão dos indicadores usados para medir este Construto.

A razão Heterotrait-Monotrait (HTMT) é usada para avaliar a validade discriminante, em que os valores acima de 0,85 indicam problemas de validade discriminante, sugerindo que os construtos não são suficientemente distintos entre si (Adams & Lamont, 2003; Chin, 2010; Ketchen, 2013). A Tabela 16 apresenta os valores de HTMT para o modelo inicial.

Tabela 18 - Matrix de Heterotrait-monotrait ratio (HTMT) para o modelo inicial

	<i>Design</i>	<i>Implementação BC</i>	<i>Proatividade</i>	<i>Reatividade</i>
<i>Design</i>				
<i>Implementação BC</i>	0,562			
<i>Proatividade</i>	0,950	1,206		
<i>Reatividade</i>	0,634	0,871	1,121	

Fonte: Autor.

(1) Proatividade <-> Implementação BC (1,206): Um valor acima de 1 indica um problema grave de validade discriminante, sugerindo que os construtos "Proatividade" e "Implementação BC" não são suficientemente distintos e podem estar medindo aspectos muito semelhantes.

(2) Reatividade <-> Proatividade (1,121): Também indicando um problema de validade discriminante, sugerindo uma sobreposição significativa entre esses dois construtos.

Análise de Colinearidade (VIF)

A análise dos valores de VIF-*Variance Inflation Factor* é realizada para identificar possíveis problemas de multicolinearidade, em que, os valores de VIF acima de 5 indicam alta colinearidade, mas neste caso, todos os valores de VIF estão abaixo do limite crítico, indicando que não há problemas de multicolinearidade significativos no modelo (Chin, 2010; Henseler *et al.*, 2016; Hair *et al.*, 2019). A Tabela 17 apresenta a análise de colinearidade das métricas da pesquisa demonstrando que não há evidências de multicolinearidade entre as métricas.

Tabela 19 - Matrix de Heterotrait-monotrait ratio (HTMT) para o modelo inicial

	VIF
AP1	1,023
AP2	1,165
AP3	1,150
AQ1	1,735
AQ2	1,501
AQ3	1,405
AR1	1,456
AR2	1,553
AR3	1,514
UC1	1,972
UC2	2,369
UC3	1,846
UE1	1,677
UE2	2,187
UE3	1,441
UF1	1,922
UF2	2,110
UF3	1,829
UI1	1,522
UI2	2,299
UI3	2,395

Fonte: Autor.

A Tabela 18 apresenta um resumo das métricas excluídas, discutidas em conjunto com seus momentos estatísticos (estatística descritivas apresentadas no APÊNDICE B e C).

Tabela 20 - Detalhamento das métricas excluídas para adequação do modelo

<i>Métrica Excluída</i>	<i>Problema Detalhado</i>	<i>Explicação baseada na Análise Estatística e Estatística Descritiva</i>	<i>Impacto no Modelo e Razão da Exclusão</i>
<i>UE1</i>	Baixo carregamento externo (0,045)	Média de 4,75, moda de 7, alto desvio padrão (2,038) e variância (4,153). Assimetria negativa (-0,373) e curtose (-1,294) indicam distribuição achatada e levemente inclinada para valores altos.	A ampla dispersão das respostas e o baixo carregamento sugerem que esta métrica não estava capturando consistentemente o Construto "Expectativa de esforço". Sua inclusão poderia reduzir a validade convergente do Construto, afetando a confiabilidade do modelo.
<i>UE3</i>	Carregamento externo negativo (-0,075)	Média baixa de 3,43, moda de 2, desvio padrão de 1,819. Assimetria positiva (0,728) indica inclinação para valores baixos. Curtose (-0,581) sugere distribuição achatada.	O carregamento negativo e a tendência para avaliações baixas indicam que esta métrica estava medindo algo oposto ao Construto pretendido. Sua inclusão poderia distorcer a interpretação do Construto "Expectativa de esforço" e reduzir a validade do modelo.
<i>AP1</i>	Carregamento externo negativo (-0,133)	Média de 4,40, assimetria negativa (-0,368) indica leve tendência para valores altos. Curtose (-1,384) sugere distribuição achatada.	O carregamento negativo, combinado com a distribuição achatada, indica que esta métrica não estava alinhada com as outras do Construto "Proatividade". Sua inclusão poderia comprometer a validade convergente do Construto e a interpretação dos resultados relacionados à Proatividade na cadeia de suprimentos.
<i>UI1</i>	Baixa contribuição para o Construto	Média alta de 5,93, moda de 6. Desvio padrão baixo (0,930) e variância (0,865) indicam consenso. Assimetria negativa (-0,759) e curtose (0,795) mostram concentração em valores altos.	Apesar da forte tendência positiva, a exclusão sugere redundância com outras métricas do Construto "Influência social". Manter esta métrica poderia inflar artificialmente a confiabilidade do Construto sem adicionar informação única, comprometendo a validade discriminante.
<i>UC1, UC2, UC3</i>	Problemas de validade discriminante	UC1: Média 6,09, moda 6, baixa dispersão (DP 0,852). UC2: Média 5,96, moda 6, dispersão similar. UC3: Média mais alta (6,15), moda 6, menor dispersão (DP 0,806). Todas com forte assimetria negativa e distribuições concentradas em valores altos.	A alta correlação entre estas métricas e possivelmente com outros construtos indica problemas de validade discriminante. Sua inclusão poderia levar a multicolinearidade e dificultar a distinção clara entre "Confiança" e outros construtos relacionados, como "Facilidade de Implementação" ou "Expectativa de Desempenho". A exclusão visa melhorar a especificidade do modelo.

<i>UI3</i>	Possível redundância com outras métricas de influência social	Média alta de 5,96, moda de 6. Desvio padrão de 1,043 e variância de 1,089 indicam dispersão moderada. Assimetria negativa forte (-1,158) e curtose alta (1,439) mostram concentração significativa em valores altos.	Apesar da forte tendência positiva, a exclusão sugere que esta métrica pode estar capturando informações já representadas por outras métricas do Construto "Influência social". Mantê-la poderia levar a uma superestimação da importância deste fator no modelo, potencialmente mascarando a influência de outros construtos importantes.
<i>UF1</i>	Possível sobreposição com outros construtos relacionados à facilidade de uso	Média muito alta de 6,16. Assimetria negativa (-0,786) e curtose positiva (0,704) indicam concentração em valores altos e distribuição levemente mais pontiaguda que a normal.	A exclusão desta métrica, apesar de sua avaliação positiva, sugere que ela pode estar capturando aspectos já representados em outros construtos, como "Expectativa de Esforço" ou "Facilidade de Implementação". Mantê-la poderia levar a problemas de validade discriminante, dificultando a distinção clara entre diferentes aspectos da facilidade de uso do blockchain no modelo.

Fonte: Autor.

Em suma, o processo de ajuste do modelo envolveu uma análise compreensiva das métricas, baseada em estatística descritiva e resultados das análises multivariadas, determinando a exclusão de métricas, decisão condicionada ao alcance da validade discriminante e redução de redundâncias. Este processo iterativo de refinamento resultou em um modelo mais parcimonioso e robusto, capaz de representar com maior precisão as relações entre os construtos estudados.

APÊNDICE F – ANÁLISE CRÍTICA DO MODELO

O algoritmo PLS-SEM® foi executado com as configurações, alinhadas com as recomendações de Hair *et al.* (2019) para estudos em ciências sociais. Estas configurações foram selecionadas para garantir convergência do modelo e estabilidade, quais sejam:

- (1) Pesos iniciais: 1.0
- (2) Número máximo de iterações: 3000
- (3) Critério de parada: 10^{-7}
- (4) Tipo de resultados: Padronizados
- (5) Esquema de ponderação: Path

Os resultados do algoritmo PLS-SEM® fornecem informações sobre as relações entre construtos e força dessas relações. Os coeficientes de caminho indicam a força e a direção das relações entre os construtos. Conforme Hair *et al.* (2019), valores acima de 0,2 são considerados significativos em estudos exploratórios. Neste contexto, a Tabela 19 oferece os coeficientes de caminhos obtidos.

Tabela 21 - Coeficiente de caminho do modelo final

	<i>Coeficientes de caminho</i>
<i>Design -> Proatividade</i>	0,342
<i>Proatividade -> Implementação BC</i>	0,319
<i>Reatividade -> Implementação BC</i>	0,469
<i>Reatividade -> Proatividade</i>	0,505

(1) O Design exerce um efeito positivo moderado sobre a Proatividade (0,342): O Design exerce um efeito positivo moderado sobre a Proatividade, sugerindo que a qualidade do design da cadeia de suprimentos influencia positivamente a Proatividade. Isso implica que melhorias na estrutura e nos processos de design podem resultar em aumentos na eficiência e na eficácia operacional.

(2) A Proatividade influencia positivamente a Implementação BC (0,319): A Proatividade influencia positivamente a Implementação do Blockchain, indicando que melhorias na Proatividade estão associadas a uma maior propensão à implementação de blockchain. Este resultado sugere que organizações mais produtivas, provavelmente devido a

processos mais eficientes, estão mais preparadas e motivadas a adotar tecnologias inovadoras como o blockchain.

(3) A Reatividade demonstra um efeito positivo sobre a Implementação BC (0,469): A Reatividade demonstra um forte efeito positivo sobre a Implementação do Blockchain, evidenciando que a capacidade de resposta rápida às mudanças do mercado é um fator crucial na adoção de tecnologias blockchain. Este coeficiente alto destaca a importância de uma cadeia de suprimentos ágil e adaptável para a implementação bem-sucedida do blockchain.

(4) A Reatividade também influencia a Proatividade (0,505): A Reatividade também influencia fortemente a Proatividade, sugerindo que organizações mais reativas tendem a ser mais proativas. Isso reforça a ideia de que a capacidade de adaptação rápida às mudanças e demandas do mercado não apenas facilita a implementação de novas tecnologias, mas também melhora a eficiência operacional e os resultados produtivos.

Estes coeficientes revelam a importância central da Reatividade no modelo, tanto diretamente na Implementação do Blockchain quanto indiretamente através da Proatividade. A análise sugere que a capacidade de uma organização de responder rapidamente às mudanças do mercado é um fator determinante para a sua Proatividade e para a adoção de inovações tecnológicas. Dessa forma, estratégias focadas em aumentar a reatividade podem ser essenciais para melhorar a performance da cadeia de suprimentos e para facilitar a integração de novas tecnologias como o blockchain.

O tamanho do efeito (f), que consideram tanto os efeitos diretos quanto os indiretos entre os construtos, fornece uma visão mais abrangente das relações no modelo. Conforme a Tabela 20 observar os seguintes.

Tabela 22 – Tamanho do efeito do modelo final

	<i>Tamanho do efeito</i>
<i>Design -> Implementação BC</i>	0,109
<i>Design -> Proatividade</i>	0,342
<i>Proatividade -> Implementação BC</i>	0,319
<i>Reatividade -> Implementação BC</i>	0,630
<i>Reatividade -> Proatividade</i>	0,505

(1) Design -> Implementação BC (0,109): O Design apresenta um efeito total, mas positivo, sobre a Implementação BC, indicando uma contribuição relevante do design da cadeia

de suprimentos para a adoção de blockchain, ainda que menor comparado aos outros efeitos.

- (2) **Design -> Proatividade (0,342):** O Design exerce um efeito positivo moderado sobre a Proatividade, sugerindo que melhorias no design da cadeia de suprimentos podem aumentar a eficiência e a eficácia operacional.
- (3) **Proatividade -> Implementação BC (0,319):** A Proatividade influencia positivamente a Implementação do Blockchain, indicando que melhorias na Proatividade estão associadas a uma maior propensão à adoção de blockchain.
- (4) **Reatividade -> Implementação BC (0,630):** O efeito total da Reatividade sobre a Implementação BC é substancial, reforçando sua posição como o fator mais influente no modelo. Este resultado sugere que a capacidade de uma organização de responder rapidamente às mudanças do mercado é um preditor forte da adoção de tecnologias blockchain.
- (5) **Reatividade -> Proatividade (0,505):** A Reatividade também exerce um efeito forte sobre a Proatividade, indicando que organizações mais reativas tendem a ser mais produtivas.

Estes efeitos totais destacam a importância central da Reatividade no modelo, tanto diretamente na Implementação do Blockchain quanto indiretamente através da Proatividade. A análise sugere que a capacidade de uma organização de responder rapidamente às mudanças do mercado é um fator determinante para a sua Proatividade e para a adoção de inovações tecnológicas. Dessa forma, estratégias focadas em aumentar a reatividade podem ser essenciais para melhorar a performance da cadeia de suprimentos e para facilitar a integração de novas tecnologias como o blockchain.

Outer Loadings:

Os outer loadings representam as correlações entre o Construto e seus indicadores. De acordo com Hair et al. (2017), valores acima de 0,7 são considerados satisfatórios, indicando que o indicador compartilha mais variância com seu Construto do que com o erro. A Tabela 21 apresenta os outer loadings do modelo final:

Tabela 23 *Outer loadings* do modelo final

	<i>Design</i>	<i>Implementação BC</i>	<i>Proatividade</i>	<i>Reatividade</i>
AP2			0,818	
AP3			0,826	
AQ1	0,865			
AQ2	0,810			
AQ3	0,768			
AR1				0,813
AR2				0,789
AR3				0,843
UE2		0,809		
UF2		0,800		
UF3		0,768		
UI2		0,772		

Analisando os outer loadings, observa-se que:

- (1) **Proatividade:** AP2 (0,818) e AP3 (0,826) apresentam *loadings* muito próximos e acima de 0,8, indicando uma forte relação com o Construto e uma contribuição equilibrada para a medição da Proatividade.
- (2) **Design:** AQ1 (0,865) apresenta o *loading* mais alto, seguido por AQ2 (0,810) e AQ3 (0,768). Todos os indicadores estão acima do limiar de 0,7, demonstrando uma boa representação do Construto Design.
- (3) **Reatividade:** AR3 (0,843) tem o *loading* mais alto, seguido de perto por AR1 (0,813) e AR2 (0,789). A proximidade destes valores sugere que todos os indicadores são importantes para capturar o conceito de reatividade.
- (4) **Implementação BC:** UE2 (0,809) apresenta o *loading* mais alto, seguido por UF2 (0,800), UI2 (0,772) e UF3 (0,768). Todos os indicadores estão acima de 0,7, indicando uma boa consistência interna do Construto.

Estes resultados sugerem que todos os indicadores são adequados para medir seus respectivos construtos, contribuindo para a validade convergente do modelo. A consistência

dos loadings acima de 0,7 indica que os indicadores compartilham uma proporção substancial de variância com seus construtos, reforçando a confiabilidade das medidas utilizadas.

Outer Weights

Os outer weights indicam a contribuição relativa de cada indicador para seu respectivo Construto em um modelo formativo. Embora o modelo atual seja predominantemente reflexivo, a análise dos pesos fornece insights adicionais sobre a importância relativa de cada indicador. A Tabela 22 apresenta os outer weights do modelo final:

Tabela 24 Outer weights do modelo final

	<i>Design</i>	<i>Implementação BC</i>	<i>Proatividade</i>	<i>Reatividade</i>
AP2			0,602	
AP3			0,614	
AQ1	0,434			
AQ2	0,415			
AQ3	0,376			
AR1				0,425
AR2				0,332
AR3				0,465
UE2		0,306		
UF2		0,328		
UF3		0,307		
UI2		0,329		

Analisando os outer weights, observa-se que:

- (1) **Proatividade:** AP2 (0,602) e AP3 (0,614) têm pesos similares e relativamente altos, sugerindo uma contribuição equilibrada e substancial para o Construto Proatividade.
- (2) **Design:** AQ1 tem o maior peso (0,434), seguido de perto por AQ2 (0,415) e AQ3 (0,376). Isso indica que AQ1 é particularmente importante na formação do Construto Design, embora todos os indicadores contribuam de forma relevante.
- (3) **Reatividade:** AR3 apresenta o maior peso (0,465), seguido por AR1 (0,425) e AR2 (0,332). Isso sugere que AR3 é especialmente importante na captura do conceito de reatividade, embora os outros indicadores também tenham contribuições significativas.
- (4) **Implementação BC:** Os pesos são relativamente equilibrados, variando de 0,306 (UE2) a 0,329 (UI2). Isso indica que todos os indicadores contribuem de forma similar para o Construto Implementação BC, sem que haja um indicador dominante.

A análise dos outer weights complementa a informação fornecida pelos outer loadings, oferecendo uma visão mais nuançada da estrutura interna de cada Construto. Os pesos relativamente equilibrados dentro de cada Construto sugerem que todos os indicadores selecionados são relevantes para a medição dos respectivos construtos.

Em conjunto, a análise dos outer loadings e outer weights fornece evidências robustas da adequação dos indicadores escolhidos para representar os construtos do modelo. A consistência entre loadings e weights reforça a validade e confiabilidade das medidas utilizadas, contribuindo para a solidez geral do modelo estrutural proposto.

Critérios de Qualidade do Modelo

A avaliação da qualidade do modelo é essencial para garantir sua validade e confiabilidade. Esta seção apresenta uma análise detalhada dos principais critérios de qualidade, incluindo R-square, f-square, confiabilidade e validade dos construtos, validade discriminante e estatísticas de colinearidade.

R-quadrado

O R-quadrado (R^2) indica a proporção da variância nas variáveis dependentes que é explicada pelo modelo. A Tabela 23 apresenta os valores de R^2 e R^2 ajustado para os construtos endógenos do modelo:

Tabela 25 R-quadrado e R-quadrado ajustado do modelo final

	<i>R-quadrado</i>	<i>R-quadrado ajustado</i>
<i>Implementação BC</i>	0,522	0,517
<i>Proatividade</i>	0,539	0,533

Analisando os valores de R^2 , observa-se que:

- (1) **Implementação BC:** O R^2 de 0,522 indica que aproximadamente 52,2% da variância na implementação de blockchain é explicada pelo modelo. Este valor é considerado moderado a substancial, segundo os critérios de Chin (1998).
- (2) **Proatividade:** O R^2 de 0,539 sugere que cerca de 53,9% da variância na Proatividade é explicada pelo modelo, também considerado um efeito moderado a substancial.

Os valores de R^2 ajustado são muito próximos aos valores de R^2 , indicando que o modelo não está sobre ajustado e que as variáveis incluídas são relevantes para explicar os construtos endógenos.

f-quadrado

O f-quadrado (f^2) avalia o tamanho do efeito de uma variável latente exógena sobre uma variável latente endógena. Segundo Cohen (2013), valores de 0,02, 0,15 e 0,35 representam efeitos pequenos, médios e grandes, respectivamente. A Tabela 24 apresenta os valores de f^2 para as relações do modelo:

Tabela 26 f-quadrado do modelo final

	<i>f-quadrado</i>
<i>Design -> Proatividade</i>	0,194
<i>Proatividade -> Implementação BC</i>	0,117
<i>Reatividade -> Implementação BC</i>	0,254
<i>Reatividade -> Proatividade</i>	0,424

Analisando os valores de f^2 , observa-se que:

- (1) Design -> Proatividade (0,194):** Indica um efeito médio do Design sobre a Proatividade.
- (2) Proatividade -> Implementação BC (0,117):** Sugere um efeito pequeno a médio da Proatividade sobre a Implementação BC.
- (3) Reatividade -> Implementação BC (0,254):** Demonstra um efeito médio a grande da Reatividade sobre a Implementação BC.
- (4) Reatividade -> Proatividade (0,424):** Indica um efeito grande da Reatividade sobre a Proatividade.

Estes resultados reforçam a importância da Reatividade no modelo, especialmente em relação à Proatividade.

Confiabilidade e Validade dos Construtos

A confiabilidade composta (ρ_c) e a variância média extraída (AVE) são utilizadas para avaliar a confiabilidade e validade convergente dos construtos. A Tabela 25 apresenta estes valores:

Tabela 27 Confiabilidade composta e variância média extraída do modelo final

	<i>Confiabilidade composta (ρ_c)</i>	<i>Variância média extraída (AVE)</i>
<i>Design</i>	0,856	0,664
<i>Implementação BC</i>	0,867	0,620
<i>Proatividade</i>	0,806	0,676
<i>Reatividade</i>	0,856	0,665

Analisando estes valores, observa-se que:

- (1) Todos os construtos apresentam confiabilidade composta acima de 0,8, indicando alta consistência interna (Sarr & Ba, 2017).
- (2) Todos os valores de AVE estão acima de 0,5, demonstrando boa validade convergente (Cohen, 2013; G. Franke & Sarstedt, 2019).

Validade Discriminante

A validade discriminante é avaliada pelo critério de Fornell-Larcker, que compara a raiz quadrada da AVE com as correlações entre os construtos. A Tabela 26 apresenta esta análise:

Tabela 28 Validade discriminante - Critério de Fornell-Larcker

	<i>Design</i>	<i>Implementação BC</i>	<i>Proatividade</i>	<i>Reatividade</i>
<i>Design</i>	0.815			
<i>Implementação BC</i>	0.596	0.787		
<i>Proatividade</i>	0.586	0.633	0.822	
<i>Reatividade</i>	0.483	0.683	0.690	0.816

Os valores na diagonal (em negrito) representam a raiz quadrada da AVE. Observa-se que estes valores são maiores que as correlações com outros construtos, indicando boa validade discriminante.

Estatísticas de Colinearidade

A colinearidade é avaliada através do Fator de Inflação da Variância (VIF). Valores abaixo de 5 são considerados aceitáveis (Hair et al., 2019). As Tabelas 27 e 28 apresentam os valores de VIF para os indicadores e para o modelo interno, respectivamente:

Tabela 29 Estatísticas de colinearidade (VIF) para os indicadores

	VIF
AP2	1,141
AP3	1,141
AQ1	1,735
AQ2	1,501
AQ3	1,405
AR1	1,456
AR2	1,553
AR3	1,514
UE2	1,774
UF2	1,690
UF3	1,536
UI2	1,531

Tabela 30 Estatísticas de colinearidade (VIF) para o modelo interno

	VIF
<i>Design -> Proatividade</i>	1,304
<i>Proatividade -> Implementação BC</i>	1,815
<i>Reatividade -> Implementação BC</i>	1,815
<i>Reatividade -> Proatividade</i>	1,304

Todos os valores de VIF estão bem abaixo do limite de 5, indicando que não há problemas significativos de colinearidade no modelo, em suma, a análise dos critérios de qualidade sugere que o modelo final apresenta boa validade e confiabilidade. Os construtos demonstram consistência interna adequada, validade convergente e discriminante satisfatórias, e não há evidências de problemas de colinearidade. O poder explicativo do modelo é moderado a substancial para os construtos endógenos, com a Reatividade desempenhando um papel particularmente importante nas relações do modelo.

Reamostragem

O procedimento de bootstrapping é utilizado para avaliar a significância estatística das relações no modelo. A Tabela 29 apresenta as configurações utilizadas para o *bootstrapping* ou em português reamostragem:

Tabela 31 Configurações do *bootstrapping*

	Configurações
Complexidade	Mais importante (rápido)
Método do intervalo de confiança	Bootstrap percentil
Processamento paralelo	Sim
Amostras	5000
Nível de significância	0.05
Tipo de teste	Dois lados

A Tabela 30 apresenta os resultados do *bootstrapping* para os coeficientes de caminho:

Tabela 32 Resultados do *bootstrapping* para os coeficientes de caminho

	Amostra origina (O)	Média amostral (M)	Desvio padrão (STDEV)	Estatística T (O/STDEV)	P values
Design -> Proatividade	0,342	0,342	0,080	4,262	0,000
Proatividade -> Implementação BC	0,319	0,333	0,122	2,616	0,009
Reatividade -> Implementação BC	0,469	0,463	0,099	4,759	0,000
Reatividade -> Proatividade	0,505	0,509	0,070	7,225	0,000

Analisando os resultados:

- (1) **Design -> Proatividade:** O coeficiente de 0,342 é estatisticamente significativo ($p < 0,001$), indicando um efeito positivo moderado do Design na Proatividade.
- (2) **Proatividade -> Implementação BC:** Com um coeficiente de 0,319 e $p = 0,009$, há uma relação positiva significativa entre Proatividade e Implementação BC.
- (3) **Reatividade -> Implementação BC:** O coeficiente de 0,469 é altamente significativo ($p < 0,001$), sugerindo um forte efeito positivo da Reatividade na Implementação BC.
- (4) **Reatividade -> Proatividade:** Com o maior coeficiente (0,505) e alta significância ($p < 0,001$), esta relação indica um efeito substancial da Reatividade na Proatividade.

É importante notar que, embora os p-values forneçam informações sobre a significância estatística das relações, eles não indicam a força ou direção dessas relações. Para uma

compreensão completa do modelo, é necessário considerar também os coeficientes de caminho (apresentados na Tabela 30) em conjunto com estes p-values.

A análise abrangente do modelo estrutural robustez e validade. Os critérios de qualidade, incluindo R-quadrado, f-quadrado, confiabilidade composta, AVE e validade discriminante, atendem os limiares recomendados na literatura. As estatísticas de colinearidade (VIF) estão dentro dos limites aceitáveis, indicando ausência de problemas de multicolinearidade.

O procedimento de *bootstrapping* confirma a significância estatística de todas as relações propostas no modelo. Notavelmente, a Reatividade emerge como o fator mais influente, tanto na Implementação de Blockchain quanto na Proatividade. O modelo explica uma proporção substancial da variância nos construtos endógenos (52,2% para Implementação BC e 53,9% para Proatividade), indicando seu poder preditivo. Em suma, o modelo validado oferece a compreensão sobre as relações entre Design, Reatividade, Proatividade e Implementação de Blockchain na cadeia de suprimentos. Estes resultados fornecem base para futuras pesquisas e aplicações práticas no campo da gestão da cadeia de suprimentos e tecnologia blockchain.

APÊNDICE G – ANÁLISE CRÍTICA DE MÉTRICAS DOS CONSTRUTOS

TECNOLOGIA BC → SCRE

A estrutura da SCRE depende de uma série de fatores que permitem que as organizações respondam e se adaptem rapidamente a mudanças e interrupções. Neste sentido, a tecnologia BC tem sido vista como uma solução que pode fortalecer a resiliência ao melhorar a transparência, a rastreabilidade e a eficiência dos processos de fornecimento (Ivanov, Dolgui, Sokolov, 2019; Dolgui; Ivanov, 2020; Rejeb *et al.*, 2022). No entanto, para que essa adoção tecnológica ocorra, é fundamental que certos aspectos da CS já estejam robustos e bem definidos, especialmente os construtos de segunda ordem, como qualidade do *design*, Proatividade e reatividade (Li *et al.*, 2022; Kazancoglu *et al.*, 2023).

Neste contexto, a análise de cada um desses construtos à luz das métricas que os compõem, aprofundando a compreensão de como a percepção da SCRE se relaciona com a intenção de adotar a tecnologia BC, é a seguinte:

(I) Qualidade do *design* da cadeia de suprimentos: A qualidade do *design* da CS refere-se à capacidade de estruturar a cadeia de forma eficiente, promovendo a otimização de recursos e a flexibilidade operacional. Este Construto abrange a organização dos fluxos de trabalho, a integração eficaz dos diferentes componentes da CS e a eliminação de redundâncias e gargalos (Jüttner; Maklan, 2011; Tenhiälä; Salvador, 2014; Woods *et al.*, 2016). Estas características são essenciais para garantir a resiliência da CS, pois permitem respostas mais rápidas e eficazes a mudanças e interrupções (Kamble; Gunasekaran; Arha, 2019; Chari *et al.*, 2022; Raj *et al.*, 2022), analisando as métricas:

- ▶ **Nossos compradores não estão concentrados em uma região geográfica específica** → A dispersão geográfica dos compradores é um indicativo de um *design* estratégico que reduz a vulnerabilidade a eventos específicos de uma determinada região (Hosseini; Ivanov, 2022; Dash *et al.*, 2023; Zhao; Li, 2023). Esse fator amplia a resiliência, já que a CS não depende de uma única área para sua demanda, o que facilita a adaptação a novas condições de mercado e aumenta a flexibilidade operacional (Moosavi; Fathollahi-Fard; Dulebenets, 2022; Li *et al.*, 2023).
- ▶ **Selecionamos fornecedores de diversas regiões** → A seleção de fornecedores de múltiplas regiões reduz a exposição a riscos geopolíticos, desastres naturais ou falhas em um mercado específico (Prakash *et al.*, 2017; Matos, 2019; Golan; Jernegan; Linkov, 2020). Um *design* de CS que integre fornecedores de diferentes

áreas geográficas garante a continuidade das operações em cenários adversos, proporcionando maior segurança e resiliência à CS (Sreedevi; Saranga, 2017; Fan; Stevenson, 2018; Carneiro *et al.*, 2019).

- ▶ **Não dependemos criticamente de fornecedores específicos** → A ausência de uma dependência crítica de fornecedores específicos aumenta a flexibilidade e a capacidade de resposta da CS em caso de falhas de fornecimento (Piprani; Mohezar; Jaafar, 2020; Azadi *et al.*, 2023; Dash *et al.*, 2023). Isso garante que, mesmo diante de interrupções de fornecedores, a CS pode continuar operando sem grandes impactos (Orengo; Sanchez, 2022; Schmidt *et al.*, 2023; Zhao; Li, 2023).

A qualidade do *design* da CS está diretamente vinculada à proatividade e à capacidade de adaptação, isso porque, ao otimizar processos, reduz riscos e garante a flexibilidade nas operações. Este Construto sustenta a continuidade produtiva, mesmo em cenários adversos, garantindo que a CS opere de forma eficiente (Brusse; Teller, 2017a; 2017b; Ivanov, 2018; Ivanov *et al.*, 2019a). Embora o foco principal deste Construto esteja na proatividade e busca de eficiência frente as mudanças, sem necessariamente estar diretamente relacionado à adoção de novas tecnologias, ele cria um ambiente favorável para operações mais ágeis e resilientes, alinhando-se indiretamente a inovações tecnológicas futuras (Li *et al.*, 2023; Margherita; Nasiri; Papadopoulos, 2023; Nitsche *et al.*, 2023).

(b) Proatividade da cadeia de suprimentos: A proatividade da CS refere-se à capacidade de maximizar a eficiência operacional antecipando mudanças, utilizando recursos de forma eficaz, reduzindo custos e mantendo a continuidade das operações em diferentes cenários (Shin; Park, 2021; Moosavi; Fathollahi-Fard; Dulebenets, 2022; Choi *et al.*, 2023). Este Construto abrange a capacidade de detectar e responder rapidamente a interrupções, bem como a recuperação após eventos adversos (Ivanov; Dolgui, 2019; Thekdi; Santos, 2019; Vecchi; Vallisi, 2019). As métricas aceitas e rejeitadas relacionadas à proatividade da CS são:

- ▶ **Temos a capacidade de detectar interrupções na CS rapidamente** → Embora essa métrica tenha sido rejeitada, sua relevância está no gerenciamento da proatividade (Chowdhury *et al.*, 2023; Gu *et al.*, 2023; Zaoui *et al.*, 2023). A habilidade de detectar interrupções de forma ágil pode potencialmente reduzir o impacto negativo na CS, mas os resultados indicam que esta detecção rápida ainda não está otimizada. Isso sugere que, embora a CS consiga manter a eficiência, há espaço para melhorias na detecção precoce de falhas dentro do campo de pesquisa (Haji; Himpel, 2024; Wang *et al.*, 2024; Yu *et al.*, 2024).

- ▶ **Podemos responder rapidamente a interrupções** → A capacidade de resposta rápida é essencial para manter a continuidade das operações e minimizar o impacto de qualquer interrupção (Chervenkova; Ivanov, 2023; Ivanov *et al.*, 2023; Shen; Sun, 2023). Esta métrica, aceita estatisticamente, indica que a CS tem a agilidade necessária para ajustar suas operações diante de eventos adversos, contribuindo diretamente para a eficiência em cadeias proativas (Brusset; Teller, 2017a; 2017b; Saberi *et al.*, 2019; Golan *et al.*, 2020).
- ▶ **Conseguimos a recuperação em um curto período** → A recuperação rápida após uma interrupção é um indicativo claro de uma CS produtiva e resiliente (Ribeiro; Povia, 2018; Matos, 2019; Erwan *et al.*, 2022). Este fator garante que, mesmo após um evento adverso, a CS pode retornar ao seu nível operacional ideal sem grandes perdas de eficiência (Hosseini; Ivanov, 2022a; Dash *et al.*, 2023; Ivanov, 2023a).

Em resumo, a proatividade da CS está fortemente ligada à capacidade de responder e se recuperar de interrupções rapidamente, assegurando que os fluxos de trabalho sejam retomados com o mínimo de impacto possível. Embora a detecção precoce de interrupções ainda possa ser aprimorada, os resultados sugerem que a cadeia é ágil e eficiente na manutenção de seu nível de eficiência (Belhadi *et al.*, 2022; Betto; Garengo, 2023; Gu *et al.*, 2023). Este Construto é vital para garantir operações contínuas e eficientes, um ponto crítico para qualquer CS que deseja se manter competitiva no mercado (Abou Kamar *et al.*, 2023; Narassima *et al.*, 2023; Zavala-Alcívar *et al.*, 2023).

(III) Reatividade da cadeia de suprimentos: A reatividade da CS refere-se à capacidade de se adaptar rapidamente a mudanças e demandas do mercado, bem como a eventos inesperados. Este Construto está diretamente ligado à flexibilidade e à capacidade de ajuste da CS para responder a flutuações de mercado, interrupções e novas oportunidades (Nandi *et al.*, 2020; Etemadi *et al.*, 2021; Tsolakis *et al.*, 2021). As métricas aceitas para a reatividade refletem esta adaptabilidade e são analisadas a seguir:

- ▶ **Temos flexibilidade na produção em termos de volume de pedidos e cronograma de produção** → A flexibilidade de produção é um componente crucial da reatividade, permitindo que a CS ajuste volumes de produção e cronogramas rapidamente, conforme necessário (Cui; Idota, 2018; Hervani *et al.*, 2022; Azmi *et al.*, 2022). Isso assegura que a CS possa atender a demandas flutuantes sem comprometer a eficiência, contribuindo para a capacidade de resposta (Montecchi; Plangger; West, 2021; Li *et al.*, 2022; Asante *et al.*, 2023).

- ▶ **Temos capacidade de *backup* de máquinas, peças e suporte logístico** → A existência de *backups* para máquinas, peças e suporte logístico aumenta significativamente a resiliência da CS (Azmi *et al.*, 2022; Chowdhury *et al.*, 2022; Hervani *et al.*, 2022). Essa métrica indica que a cadeia tem alternativas disponíveis para lidar com falhas, o que minimiza o tempo de inatividade e assegura a continuidade das operações, reforçando tanto a reatividade quanto à proatividade (Agnusdei; Coluccia, 2022; Collart; Canales, 2022; Sengupta *et al.*, 2022).
- ▶ **Compartilhamos informações com parceiros da CS** → O compartilhamento de informações com parceiros dentro da CS é um fator-chave para melhorar a reatividade (Charles; Emrouznejad; Gherman, 2023; Gupta *et al.*, 2023; Kazancoglu *et al.*, 2023). A transparência e a comunicação eficiente permitem que todos os envolvidos respondam de forma coordenada a eventos inesperados ou a mudanças no mercado, aumentando a capacidade de adaptação e, consequentemente, a eficiência da CS (Amentae; Gebresenbet, 2021; Barbosa, 2021; Bayramova; Edwards; Roberts, 2021).

Assim, a reatividade da CS está diretamente ligada à sua flexibilidade operacional e à capacidade de ajustar rapidamente processos e operações diante de mudanças. A aceitação das métricas sugere que as CS, no campo da pesquisa, têm a capacidade de adaptar seus volumes de produção, manter alternativas logísticas e garantir a transparência nas informações, assegurando uma resposta rápida e eficaz a interrupções (Ivanov; Dolgui, 2019c; Chowdhury *et al.*, 2022; Gupta *et al.*, 2023). Essa condição fortalece a capacidade de adaptação e a proatividade da CS, fatores essenciais para garantir competitividade em um mercado volátil (Gu *et al.*, 2023; Mazzoni, 2023; Narassima *et al.*, 2023).

INTENÇÃO DE ADOÇÃO DA TECNOLOGIA BC

A adoção da tecnologia BC depende de uma série de fatores que influenciam diretamente a percepção de seus potenciais usuários. Assim, o modelo UTAUT destaca fatores-chave que podem moldar a intenção de adoção, como confiança na tecnologia, expectativa de esforço, influência social e facilidade de uso (Staddon, 2020; Lehmann; Blumschein; Seel, 2023; Peng; Chen; Wang, 2023). Cada um desses construtos reflete um aspecto específico da decisão de adotar o BC, que pode ser influenciado pela clareza na usabilidade, compatibilidade com tecnologias existentes e o impacto de influências sociais. Assim, analisar as métricas aceitas e rejeitadas de cada Construto permite aumentar a compreensão de como esses fatores

influenciam a intenção de adoção da tecnologia BC no campo da análise (Alalwan; Dwivedi; Rana, 2017):

(IV) Confiança no *Blockchain*: A confiança em tecnologias disruptivas, como o BC, é um fator essencial para sua adoção, mas, conforme os resultados da pesquisa, as métricas relacionadas à confiança não foram aceitas estatisticamente (Gong *et al.*, 2022; Wong *et al.*, 2022; Karuppiah; Sankaranarayanan; Ali, 2023). Isso reflete a falta de percepção positiva em relação à confiabilidade do BC no campo analisado. Assim, cada uma das métricas rejeitadas sinaliza possíveis desafios e barreiras percebidas pelos usuários (Feki; Dudézert, 2023; Han; Fang, 2023; Peng; Chen; Wang, 2023):

- ▶ **Confio no *blockchain*** → Este resultado sugere que o BC ainda é uma tecnologia nova e pouco compreendida, especialmente em ambientes onde sua implementação ainda é limitada, podendo ser atribuído ao desconhecimento sobre como o BC realmente funciona ou suas implicações práticas (Montecchi; Plangger; West, 2021; Li *et al.*, 2022; Asante *et al.*, 2023). Apesar de sua visibilidade no cenário de inovação tecnológica, a confiança pode ser comprometida por barreiras operacionais, como escalabilidade, consumo de energia e a complexidade da implementação (Azmi *et al.*, 2022; Hervani *et al.*, 2022; Li *et al.*, 2022).

Além disso, é importante reconhecer que nem todas as CS se beneficiariam automaticamente da tecnologia BC, não sendo eficiente para algumas aplicações dessa tecnologia, pois depende de fatores como o tipo de cadeia, os parceiros envolvidos e o grau de transparência desejado (Cui; Idota, 2018; Etemadi *et al.*, 2021; Asante *et al.*, 2023). Tal fator pode gerar desconfiança por parte dos participantes, especialmente quando há receio sobre a visibilidade excessiva das operações, podendo revelar informações estratégicas aos concorrentes (Azmi *et al.*, 2022; Hervani *et al.*, 2022; Li *et al.*, 2022).

- ▶ **Não tenho dúvidas sobre a confiabilidade do *blockchain*** → A rejeição dessa métrica reforça a percepção de incertezas e dúvidas significativas sobre a confiabilidade da tecnologia (Charles; Emrouznejad; Gherman, 2023; Gupta *et al.*, 2023; Kazancoglu *et al.*, 2023). Isso pode estar relacionado a questões de segurança percebida, como vulnerabilidades em *smart contracts* (contratos inteligentes) e problemas em *exchanges* (plataformas digitais onde é possível comprar, vender, trocar e guardar criptomoedas). Tal fato se refere à imutabilidade dos dados, que é geralmente vista como uma vantagem, e pode ser percebida como

uma desvantagem em situações que requerem flexibilidade, gerando receios sobre a rigidez do sistema (Saito *et al.*, 2022; Panza; Bruno; Lombardi, 2023; Tsiulin; Reinau; Hilmola, 2023).

- ▶ **Blockchain tem a capacidade de cumprir sua tarefa** → Este resultado destaca que os participantes não veem o BC como uma tecnologia capaz de resolver problemas ou atender às suas necessidades de forma eficaz (Zheng *et al.*, 2017; Saberi *et al.*, 2019b; Singh *et al.*, 2023). Isso pode ser influenciado por uma série de fatores, como a falta de profissionais capacitados para implementar e gerenciar essa tecnologia, o que gera receios sobre sua operação e a eficácia no cumprimento das funções desejadas. Além disso, questões como o consumo elevado de eletricidade e a morosidade no processamento de informações, visto que o volume de dados em cada registro pode causar ineficiências, também contribuem para a percepção negativa da capacidade do BC em atender as demandas de forma eficiente (Zheng *et al.*, 2017; Kamilaris; Fonts; Prenafeta-Boldó, 2019; Bag *et al.*, 2023a; 2023b).

(V) Expectativa de Esforço: A facilidade com que uma tecnologia pode ser utilizada é um fator fundamental para sua aceitação (Feki; Dudézert, 2023; Han; Fang, 2023; Karuppiah *et al.*, 2023). No caso do BC, a expectativa de esforço é um Construto importante para determinar o nível de dificuldade percebida na implementação (Gong *et al.*, 2022; Peng; Chen; Wang, 2023; Sargent; Breese, 2023):

- ▶ **Aprender a usar BC é fácil para mim** → Este resultado reflete uma percepção de que a curva de aprendizado para o BC é íngreme, o que pode inibir a adoção, especialmente em empresas com recursos limitados para capacitação (Karakas; Acar; Kucukaltan, 2021; Feki; Dudézert, 2023; Karuppiah; Sankaranarayanan; Ali, 2023).
- ▶ **Minha interação com BC é clara e compreensível** → Essa métrica, ao ser aceita, indica que, para aqueles que já interagiram com a tecnologia, a experiência foi intuitiva e compreensível (Alalwan; Dwivedi; Rana, 2017; Queiroz *et al.*, 2021). Isso é um ponto positivo para a adoção, pois sugere que o problema pode estar na fase inicial de aprendizado, e não no uso contínuo da tecnologia (Azmi *et al.*, 2022; Hervani *et al.*, 2022; Li *et al.*, 2022).
- ▶ **Acho BC fácil de usar** → Embora a interação seja compreensível para alguns, a maioria dos usuários ainda acha a tecnologia complexa e de difícil uso, o que pode ser um obstáculo significativo à adoção em larga escala (Nandi *et al.*, 2020, 2021; Asante *et al.*, 2023).

(VI) Influência Social: A influência de terceiros, especialmente de pessoas de relevância, pode ser determinante na decisão de adotar ou não uma tecnologia emergente, como o BC (Azmi *et al.*, 2022; Cui; Idota, 2018; Li *et al.*, 2022). Este Construto apresentou resultados divergentes, refletindo a complexidade da dinâmica social no processo de adoção (Queiroz; Telles; Bonilla, 2019; Etemadi *et al.*, 2021; Hervani *et al.*, 2022):

- ▶ **Pessoas importantes para mim acham que eu deveria usar BC** → A rejeição dessa métrica sugere que, no campo analisado, não há uma pressão social ou incentivo significativo para a adoção do BC, sugerindo uma falta de consenso em torno da tecnologia entre líderes e influenciadores do setor (Min, 2019; Nandi *et al.*, 2021; Chowdhury *et al.*, 2022). Em muitas situações, a adoção de novas tecnologias é impulsionada pela opinião de pessoas influentes, e a ausência desse respaldo pode inibir a disposição dos indivíduos para investir tempo e recursos na implementação do BC (Kouhizadeh; Sarkis; Zhu, 2019; Khalid *et al.*, 2021; Tsolakis *et al.*, 2021).
- ▶ **Pessoas que influenciam meu comportamento acham que eu deveria usar BC** → Essa métrica, ao ser aceita, indica que, para alguns indivíduos, há influência de figuras-chave ou autoridades dentro da rede de contatos, o que pode favorecer a implementação, sendo vital este apoio, especialmente em ambientes de negócios em que a adoção de inovações depende da aprovação social (Dubey *et al.*, 2020; Sengupta *et al.*, 2022; Agnusdei; Coluccia, 2022). A aceitação dessa métrica sugere que, embora não haja uma pressão social amplamente disseminada, existem grupos ou indivíduos que desempenham um papel importante em encorajar a adoção do BC, o que pode ser explorado para fortalecer a aceitação da tecnologia (Razak; Hendry; Stevenson, 2021; Collart; Canales, 2022; Charles; Emrouznejad; Gherman, 2023).
- ▶ **Pessoas cujas opiniões valorizo preferem que eu use BC** → A rejeição dessa métrica pode significar que a decisão de adoção ainda não foi amplamente defendida ou incentivada por influenciadores e líderes de opinião, sugerindo uma lacuna na comunicação ou na educação sobre as vantagens do BC, sugerindo que, mesmo que algumas pessoas influenciem positivamente a adoção, não há um movimento amplo ou uma rede de apoio que promova a tecnologia (Min, 2019; Rejeb *et al.*, 2022a; 2022b; Gupta *et al.*, 2023). É possível que líderes de opinião não estejam completamente informados sobre os benefícios e as aplicações

práticas do BC, o que limita sua capacidade de incentivar a adoção de forma eficaz (Ivanov; Dolgui, 2019c; Bayramova; Edwards; Roberts, 2021; Kazancoglu *et al.*, 2023).

(VII) Facilidade: Construto compreendendo os aspectos práticos e técnicos da adoção do BC, incluindo os recursos disponíveis e a compatibilidade tecnológica (Huang; Wu; Long, 2018; Amentae; Gebresenbet, 2021; Barbosa, 2021). Os resultados mostram que parte das métricas foram aceitas, o que é um bom indicativo de que a implementação do BC é viável:

- ▶ **Tenho os recursos necessários para usar BC** → A rejeição dessa métrica sugere que as empresas ou indivíduos não acreditam ter a infraestrutura ou o capital humano suficiente para adotar a tecnologia. Isso pode indicar uma preocupação generalizada com o investimento inicial necessário para a implementação do BC, bem como a necessidade de treinamento e suporte contínuo (Ivanov, Dolgui, Sokolov, 2019b; Dolgu; Ivanov, 2020; Rejeb *et al.*, 2022a). Essa percepção de falta de recursos pode levar a uma paralisia na adoção, pois as organizações podem hesitar em alocar orçamento e esforços para uma tecnologia que consideram além de suas capacidades atuais (Ivanov *et al.*, 2019; Lohmer; Bugert; Lasch, 2020; Rejeb *et al.*, 2022b).
- ▶ **Tenho o conhecimento necessário para usar BC** → Apesar da falta de recursos, há uma percepção positiva em relação ao conhecimento necessário para implementar a tecnologia, o que sugere que a lacuna não está no entendimento, mas nos recursos disponíveis. Esta aceitação pode refletir um aumento na educação e na conscientização sobre o BC, onde os participantes se sentem confiantes em suas habilidades e conhecimentos sobre a tecnologia, mesmo que ainda enfrentem desafios práticos na implementação (Althobaiti, 2020; Dolgui; Ivanov, 2020; Kazancoglu *et al.*, 2023). Esta disposição em aprender e se adaptar é um indicador positivo para futuras iniciativas de adoção (Ivanov, Dolgui, Sokolov, 2019b; Amentae; Gebresenbet, 2021; Bayramova; Edwards; Roberts, 2021).
- ▶ **BC é compatível com outras tecnologias que uso** → Esta métrica mostra que o BC é visto como uma tecnologia que pode se integrar bem com as soluções já existentes, o que facilita sua adoção no longo prazo (Huang; Wu; Long, 2018;

Barbosa, 2021; Kazancoglu *et al.*, 2023). A compatibilidade percebida é crucial, pois diminui o medo e aumenta a confiança nas operações contínuas, sugerindo que, para muitas organizações, a integração do BC não requer uma reformulação completa de seus sistemas, mas pode ser vista como uma melhoria gradual, reduzindo barreiras à adoção e encorajando um ambiente de inovação (Ivanov; Dolgui, 2019c; Li *et al.*, 2022; Rejeb *et al.*, 2022b).

Assim, a intenção de adoção da tecnologia BC está diretamente relacionada à percepção dos usuários sobre a confiabilidade, a facilidade de uso e a influência social que cercam essa tecnologia (Azmi *et al.*, 2022; Hervani *et al.*, 2022; Asante *et al.*, 2023). Já a rejeição das métricas de confiança indica uma necessidade urgente de endereçar as preocupações sobre a segurança e a eficácia do BC, que podem afetar negativamente a disposição para a adoção (Min, 2019; Rejeb *et al.*, 2022a; Gupta *et al.*, 2023). Embora a expectativa de esforço tenha revelado desafios, a aceitação de algumas métricas sugere que, para aqueles que já têm conhecimento sobre a tecnologia, a interação é compreensível, o que representa uma oportunidade para aumentar a capacitação e o suporte (Ivanov; Dolgui, 2019c; Amentae; Gebresenbet, 2021).