



PPGCCA
Programa de
Pós-graduação
em Gestão em
Ciências Contábeis
e Administração

ISSN: 1983-6635



Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

TECNOLOGIA BLOCKCHAIN APLICADA NO SETOR DE SAÚDE: CONTRIBUIÇÃO PARCIAL DO EFEITO MEDIADOR

BLOCKCHAIN TECHNOLOGY APPLIED IN THE HEALTHCARE SECTOR: PARTIAL CONTRIBUTION OF THE MEDIATING EFFECT

MARCELO PEREIRA DA SILVA

Universidade Presbiteriana Mackenzie
Mestrado em Administração de Empresas
Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-4975-6119>
E-mail: mpsilva1@uol.com.br

ROBERTO GIRO MOORI

Universidade Presbiteriana Mackenzie
Doutor em Engenharia da Informação
Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-5690-746X>
E-mail: roberto.moori@mackenzie.br

SIVANILZA TEIXEIRA MACHADO

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
Doutora em Engenharia de Produção
Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2746-7885>
E-mail: sivanilzamachado@ifsp.edu.br

Submissão: 07/11/2022. Revisão: 27/06/2023. Aceite: 05/09/2023. Publicação: 29/01/2024.

Como citar: Silva, M. P., Moori, R. G., & Machado, S. T. (2023). Tecnologia blockchain aplicada no setor de saúde: contribuição parcial do efeito mediador. RGO - Revista Gestão Organizacional, 16(2), 194-212. <http://dx.doi.org/10.22277/rgo.v16i2.7402>.

RESUMO

Objetivo: Examinar o uso da tecnologia *blockchain* como fator mediador na relação entre a gestão da cadeia de suprimentos da indústria farmacêutica e o desempenho operacional da cadeia.

Método/abordagem: Realizou-se uma pesquisa quantitativa por meio de questionário estruturado com 103 empresas usuárias da *blockchain* do setor de saúde. Para análise dos dados, aplicou-se a modelagem em equações estruturais, considerando os parâmetros de testes de validade convergente, alfa de Cronbach, confiabilidade composta, variância média extraída e validade discriminante pelo critério de Fornell e Larcker.

Principais Resultados: Foi evidenciado que cerca de 86,5% das empresas estão em fase embrionária quanto ao uso da *blockchain*. Após a análise fatorial, observou-se que das 32 assertivas da base original, 17 foram significativas para o modelo. O modelo proposto foi considerado adequado pelos parâmetros de validação. Os resultados revelaram que o uso da *blockchain* medeia parcialmente a relação entre gestão da cadeia de suprimentos e desempenho operacional.

Contribuições teóricas/práticas/sociais: O estudo demonstrou que o uso da tecnologia *blockchain* tem impacto na gestão da cadeia suprimento. Assim, cadeias de suprimentos enxutas devem se familiarizar com a tecnologia *blockchain* como uma ferramenta para eliminar desperdícios invisíveis e atender melhor os clientes.

Originalidade/relevância: O resultado do trabalho preenche uma lacuna de conhecimento com o desenvolvimento do modelo teórico-empírico que relaciona a gestão da cadeia de suprimentos com uma tecnologia inovadora. Além disso, amplia possibilidades de pesquisas e sobretudo na compreensão, difusão e popularização na aplicação em sistemas produtivos complexos como as atuantes nas cadeias de suprimentos enxutas, podendo ser estendida para outras cadeias como as ágeis e inovadoras.

Palavras-chave: Manufatura enxuta. Modelagem em equações estruturais. Tecnologia disruptiva.

ABSTRACT

Purpose: Examine the use of blockchain technology as a mediating factor in the relationship between the pharmaceutical industry supply chain management and supply chain operational performance.

Method/approach: Quantitative research was carried out through a structured questionnaire with 103 companies that use blockchain in the healthcare sector. For data analysis, structural equation modeling was applied considering the convergent validity tests, Cronbach's alpha, composite reliability, average variance extracted, and discriminant validity by Fornell and Larcker criteria.

Main findings: Our results showed that about 86.5% of the companies are in an embryonic phase regarding the use of blockchain. After the factor analysis technique and was observed that of the 32 assertions of the original base, 17 were significant for the model. The proposed model was considered adequate by the validation parameters. The results revealed that blockchain use partially mediates the relationship between supply chain management and operational performance.

Theoretical, practical/social contributions: The study showed that the use of blockchain technology has an impact on the supply chain management. Thus, lean supply chains should become familiar with blockchain technology as a tool to eliminate invisible waste and better serve customers.

Originality/relevance: Our results fill a literature gap due to the proposal of a theoretical-empirical model that relates supply chain management to innovative technology. In addition, our study ample the possibilities for research and understanding, diffusion, and popularization of the TB application in complex production systems, for instance, that act in the lean supply chain, and can be explored in other chains, such as the agile and innovative ones.

Keywords: Lean manufacturing. Structural equation modeling. Disruptive technology.

1 INTRODUÇÃO

Ao longo da história as organizações buscam eficiência em suas operações, com o objetivo de melhorar seus resultados e entregar um valor maior aos acionistas. Nesta perspectiva, a estratégia enxuta do gerenciamento da cadeia de suprimentos tem sido considerada em diversos setores da economia, entres eles o setor de saúde humana. De acordo com Womack e Jones (2003), o termo 'enxuta' está diretamente relacionado ao aprimoramento da cadeia de valor pela redução ou eliminação de desperdícios decorrente do processo de abastecimento, produção e distribuição. Dentre as principais características de uma estratégia de cadeia de suprimentos enxuta podem se citar a demanda previsível do mercado, critério de preço mais baixo, fornecimento de produtos com base em previsões etc. (Gattorna, 2006).

O setor de saúde compreende a fabricação e comercialização de produtos farmoquímicos, farmacêuticos e aparelhos, instrumentos e materiais para uso médico, hospitalar e odontológico, a prestação de serviços médico-hospitalares e correlatos e, também, os serviços de seguros e planos de saúde. De acordo com o Sindicato da Indústria de Produtos Farmacêuticos (Sindusfarma, 2022), em 2021, a movimentação monetária do mercado de medicamentos no Brasil foi de R\$ 88,28 bilhões, o que equivale a US\$ 14,92 bilhões, e ainda apresentou taxa de crescimento de 14,21% em relação a 2020, sendo o oitavo em faturamento no *ranking* das 20 principais economias.

Grunfleh e Tarafdar (2014), argumentam que um aspecto crítico de êxito no gerenciamento da cadeia de suprimentos reside na mediação e no monitoramento de informações sobre os principais parâmetros operacionais e de desempenho, como estoque, cronogramas e prazos de entrega. Portanto, é importante que as empresas adotem sistemas de informação alinhados à sua cadeia de suprimentos. Assim, novas estruturas podem exercer um poder disruptivo em um nível mais profundo, como exemplo, a tecnologia *blockchain*, que pode mudar estruturas de governança. Pesquisa realizada pelo *World Economic Forum* (2015), e publicada como tópico prioritário em Davos, sugeriu que 10% do PIB mundial será armazenado em *blockchain* até 2027.

Entretanto, a recente corrida para compreender os aspectos reais do custo-benefício da aplicação e utilização da tecnologia *blockchain* (TB) pelas empresas em suas negociações e operações comerciais é acompanhada de muitos questionamentos. De acordo com Aliche et al. (2017), os gestores de cadeias de suprimentos não estão convencidos sobre os benefícios da TB aplicadas em suas complexas operações e a demanda de dados, além do não conhecimento do custo real da utilização da TB, devido as taxas cobradas pelas transações na rede. Além disso, pouco se tem estudado sobre o efeito mediador da tecnologia *blockchain* na gestão da cadeia de suprimentos e em seu desempenho operacional.

A tecnologia *blockchain*, originado do sistema de pagamentos eletrônicos baseado em provas criptográficas tem sido aplicada em vários segmentos industriais e foco de pesquisas nas diferentes áreas de conhecimento, tais como gestão ambiental, gestão da cadeia de suprimentos (GCS), e gestão de contratos (Sheel & Nath, 2019). Segundo Aliche et al. (2017), a tecnologia *blockchain* tem estimulado a gestão da cadeia de suprimentos a iniciar projetos e aplicações dentre as quais pode-se citar: a) a empresa Walmart testou um aplicativo para rastrear a carne suína produzida nos EUA e vendida na China, para autenticar transações e a precisão na eficiência da manutenção dos registros; b) Maersk e IBM aplicaram em transações entre fronteiras e as partes que usam a TB para ajudar a melhorar a eficiência do processo. Outro segmento que faz uso da tecnologia na gestão da cadeia de suprimentos é o setor de

saúde humana que incluem a indústria farmacêutica e produtos para saúde, hospitais, laboratórios e distribuidores, além de parceiros e fornecedores.

Em exemplo, algumas das maiores empresas farmacêuticas do setor, incluindo a Pfizer e Eli Lilly desenvolveram um sistema fundamentado em *blockchain* para rastrear medicamentos prescritos em toda a cadeia de suprimentos, a fim de evitar o fluxo de medicamentos falsificados, entre outras estratégias, outras empresas do setor criaram a MediLedger Network baseada em *blockchain*, com objetivo do alinhamento em tempo real das transações diretamente entre os participantes (Dreyfuss, 2020).

O uso da TB tem sido empregado no combate às fraudes e falsificações por meio de rastreabilidade. Nota-se que a utilização da tecnologia *blockchain*, exceto o aspecto financeiro, está na fase inicial com um mercado ainda incipiente, porém com potencial enorme de utilização e crescimento. Especificamente em relação ao uso da TB na gestão da cadeia de suprimentos ainda são necessários entendimentos e compreensão pelos gestores da cadeia de suprimentos, de como a tecnologia pode ser útil para as atividades administrativas. Para tanto, as empresas devem ter um pensamento estratégico claro para organizar efetivamente atividades, recursos, comunicações e processos complexos (Qi, Boyer & Zhao, 2009).

Considerando que utilização da TB fora da área financeira tem sido amplamente testada, pode-se contribuir para as transações comerciais e a busca por melhores desempenhos da gestão da cadeia de suprimentos (GCS) e da firma. Segundo Tapscott & Tapscott (2016), a tecnologia *blockchain* se apresenta como uma tecnologia disruptiva e com promessas de mudar a forma de transacionar valores (informações, bem e ativos), tendo como principal característica a segurança e a confiabilidade de realizar transações em rede sem a necessidade de intermediários. Portanto, o gerenciamento da cadeia de suprimentos se torna uma das abordagens mais promissoras para melhorar a competitividade global das empresas.

Assim, considerando-se que é de uso recente a aplicação da tecnologia *blockchain*, porém com grande potencial de uso para as empresas, este estudo buscou responder a seguinte questão: qual é o papel do uso da tecnologia *blockchain* na relação entre gestão da cadeia de suprimentos e no desempenho operacional da cadeia de suprimentos, por sua vez no desempenho operacional da empresa?

O objetivo foi examinar o uso da tecnologia *blockchain* como fator mediador na relação entre a gestão da cadeia de suprimentos da indústria farmacêutica e o desempenho operacional da cadeia.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS E DESEMPENHO OPERACIONAL DA CADEIA

Em termos de orientação estratégica para a cadeia de suprimentos existem diversas abordagens. Por exemplo, a compatibilidade entre o tipo de produto (funcionais ou inovadores) e tipo da cadeia (enxuta ou ágil) determinada pelas características de oferta e demanda, estratégias da cadeia (enxuta ou ágil), associadas a aplicação de sistemas de informação, para melhorar o desempenho da cadeia (Qrunfleh & Tarafdar, 2014; Balcázar-Camacho, López-Bello & Adarme-Jaimes, 2016). Com relação à estratégia da cadeia enxuta, refere-se ao gerenciamento eficiente de custos com o objetivo de redução de *lead time* do ciclo de pedido de entrega, de estoque e desperdício.

Dessa forma, a estratégia da cadeia de suprimentos enxuta exige que os fabricantes tenham como prioridade a redução dos custos. Empresas que adotam a estratégia enxuta podem implementar práticas como produção em massa, relacionamento pontual e de longo prazo com fornecedores para eliminar desperdícios e obter custos mais baixos (Qi, Boyer & Zhao, 2009). As estratégias da gestão da cadeia de suprimentos sugerem que as cadeias podem se concentrar predominantemente em eficiência de custos e resposta rápida, ou em uma combinação de ambas (Qrunfleh & Tarafdar, 2014).

Portanto, a aplicação das estratégias da gestão da cadeia de suprimentos enxuta pode ser aplicada de acordo com o ciclo do produto. Na fase de introdução onde requer velocidade pelo fato de envolver o lançamento de um novo produto se pode aplicar a estratégia ágil. Já em uma situação de maturidade do produto pode-se exigir uma orientação estratégica da cadeia enxuta. Assim é de se supor:

H₁: Gestão da cadeia de suprimentos tem um efeito positivo no desempenho operacional da cadeia de suprimentos

Segundo Esmaelian, Sarkis e Behdad (2020), a confiabilidade e a transparência da tecnologia *blockchain* visam facilitar de maneira eficaz o fluxo de material e informações por meio da cadeia de suprimentos. Argumentam Abeyratne e Monfared (2016), que essa transformação pode resultar em uma mudança mais ampla da indústria, cujas vantagens incluem: a) durabilidade, cujas redes descentralizadas eliminam pontos únicos de falha em oposição aos sistemas centralizados; b) transparência, uma cópia idêntica de uma *blockchain* é mantida por cada nó na rede, permitindo auditoria e inspeção de conjuntos de dados em tempo real; c) imutabilidade, que permite aos usuários operarem com o mais alto grau de confiança uma vez que a cadeia de dados é inalterado e preciso e; d) integridade do processo, dado os protocolos de código aberto distribuídos são, por natureza, executados exatamente como estão escritos no código.

Uma outra característica da *blockchain* são os contratos inteligentes, que é um algoritmo de computador executado em uma rede distribuída. Clohessy et al. (2020), argumentam que os contratos inteligentes promovem a agilidade das negociações na era digital. Os contratos manuais que normalmente são orientados por questões legais podem ser automatizados com um tipo de programa de computador autoexecutável chamado contrato inteligente. Assim é de se supor:

H₂: A gestão da cadeia de suprimentos impacta na tecnologia *blockchain*

Em relação ao impacto da tecnologia *blockchain* no desempenho operacional da cadeia, compreende-se que o desempenho operacional da cadeia de suprimento tem como fator crítico a aplicação de tecnologia para aumentar a sua eficiência. Neste sentido, a tecnologia *blockchain*, tem ganhado relevância pelo seu efeito transformador, dos quais Abeyratne e Monfared (2016) destacam três principais características: a) transparência de dados, que inclui mecanismos para garantir que os registros armazenados sejam precisos, invioláveis e de uma fonte verificável; b) segurança, relacionados aos registros tradicionais normalmente fornecem uma camada de segurança que, uma vez violada, permite o acesso a todos os dados armazenados e; c) ativos, cuja tecnologia pode ser usada para gerenciar a propriedade de ativos digitais e facilitar transferências de ativos.

A tecnologia *blockchain* é, em essência, uma tecnologia para armazenar e acessar dados. Como tal, cada “bloco” armazena um conjunto finito de dados e transações, enquanto a “cadeia” conecta todos os blocos em uma ordem fixa. Trata-se de um sistema de distribuição

de base de dados, compartilhando em rede descentralizada, na qual todos os participantes têm responsabilidade sobre o armazenamento e gestão dos dados (Formigoni Filho et al., 2017).

Portanto, compreende-se que a tecnologia da informação aumenta a eficiência logística da cadeia de suprimentos ao fornecer informações em tempo real sobre a disponibilidade do produto, nível de estoque, status da remessa e produção (Qrunfleh & Tarafdar, 2014).

Neste sentido, a tecnologia contribui também para a redução dos custos de transação e para a transparência da cadeia, Esmailian, Sarkis e Behdad (2020) citam vários benefícios de um ambiente de transparência da informação como a redução do efeito chicote (*bullwhip effect*) que causa ineficiências e custos significativos na cadeia de suprimentos, e transporte eficiente e rastreamento de remessas de mercadorias. Assim é de se supor:

H₃: Tecnologia *blockchain* tem um efeito positivo no desempenho operacional da cadeia de suprimentos

2.2 A MEDIAÇÃO DA TECNOLOGIA *BLOCKCHAIN* NA RELAÇÃO ENTRE GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS E DESEMPENHO OPERACIONAL

Apesar da gestão da cadeia de suprimentos ser considerada antecedente do desempenho operacional, esta conexão pode não ser assim tão simples e direta, pois existem situações em que alto grau de capacidades em gestão da cadeia de suprimentos pode não resultar necessariamente num nível de desempenho operacional mais elevado, uma vez que depende da escolha correta da orientação estratégica ou da coerência entre a estrutura estratégica da cadeia de suprimentos (Liao, Hong & Rao 2010). Poderão existir outras variáveis, com o efeito mediador a influenciar esta relação com as das indústrias 4.0.

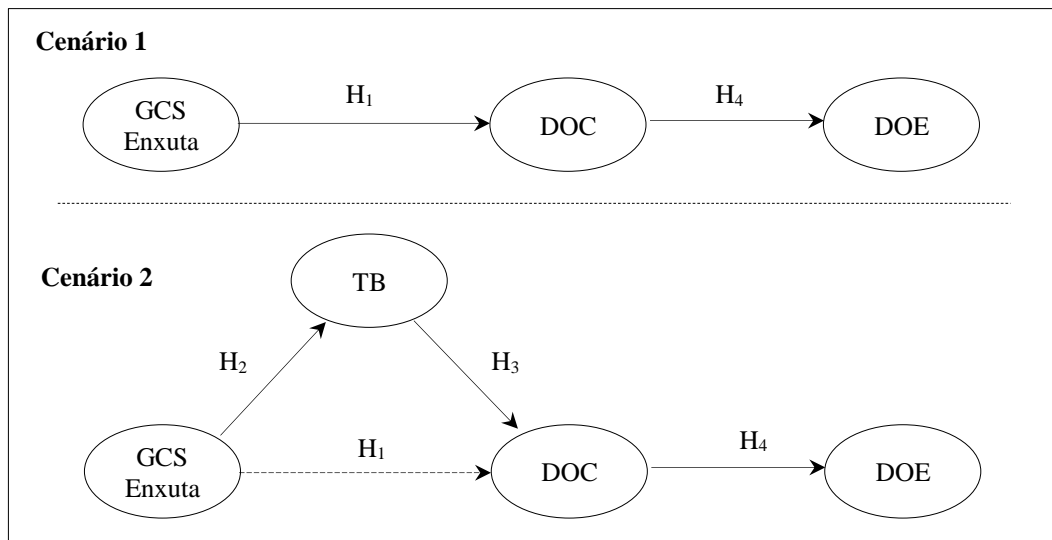
As dimensões do desempenho operacional, em geral, são utilizadas medidas relacionadas: a) eficiência de custos, b) desempenho da entrega, e c) flexibilidade do processo. Dentre as dimensões pelos quais as cadeias de suprimentos competem, a flexibilidade é um fator crítico, pois significa a empresa ter capacidade em mudar e responder as incertezas do mercado, sendo considerada crucial para a estratégia competitiva e construção de um caminho sustentável (Liao, Hong & Rao (2010). Neste contexto, a gestão da cadeia de suprimentos busca alcançar o melhor desempenho operacional por meio de redução de desperdícios e da utilização eficiente da capacidade do fornecedor, da tecnologia, contribuindo para alteração do modelo de concorrência entre empresas para concorrência entre cadeias de suprimentos (Paulraj & Chen, 2007).

A indústria 4.0 é uma realidade no segmento industrial e a tecnologia *blockchain* se caracteriza como uma ferramenta valiosa no cenário dessa revolução industrial, possibilitando o rastreamento de produtos e segurança aos dados industriais. Nesse sentido, a TB, por meio do contrato inteligente, foi considerada como variável mediadora da relação entre GCS e DOC, pelas seguintes razões. De um lado, a gestão da cadeia de suprimentos como um antecedente que levaria à formação do desempenho operacional (Clohessy et al., 2020). De outro, ao utilizar a tecnologia *blockchain*, esta se apresenta uma relação forte e positiva com o desempenho (Sheel & Nath, 2019), bem como servir como uma *proxy* na relação entre gestão da cadeia de suprimentos e desempenho.

Assim, baseando-se no paradigma da gestão da cadeia de suprimentos orientada para a manufatura enxuta (Qi, Boyer & Zhao, 2009; Qrunfleh & Tarafdar, 2014; Balcázar-Camacho, López-Bello & Adarme-Jaimes, 2016), foi construído um modelo teórico empírico para testar

estatisticamente a influência da gestão da cadeia de suprimentos orientada pela manufatura enxuta para obter o desempenho operacional. Para tanto, foram estabelecidos dois cenários se utilizando de um diagrama que integra gestão da cadeia de suprimentos (GCS), a tecnologia *blockchain* (TB) e desempenhos operacionais da cadeia (DOC) e da empresa (DOE), sendo: cenário 1: o efeito direto da gestão da cadeia de suprimentos no desempenho operacional; e cenário 2: o efeito indireto da gestão da cadeia de suprimentos no desempenho operacional, segundo os caminhos: a) o impacto da gestão da cadeia de suprimentos na tecnologia *blockchain* e; b) o impacto da tecnologia *blockchain* no desempenho operacional. Os dois cenários são mostrados na Figura 1.

Figura 1
Diagrama para testar o impacto da TB na relação entre GCS e DOC



(a) Cenário 1: sem mediação da TB

(b) Cenário 2: com mediação da TB

Nível de significância estatística ($\alpha \leq 0,05$).

Para efeito da mediação, a variável de controle apresentada na Figura 2 (seção: Apresentação dos Resultados) não foi considerada no modelo porque foi tratada como uma variável secundária em relação à uma variável independente (Hair et al., 2014). Portanto, a premissa básica foi a de que o caminho, via *blockchain* [GCS → TB → DOC] era a que apresentava melhor desempenho. Para evidenciar a influência da TB na relação [GCS → DOC], comparou-se os dois cenários. No primeiro cenário, considerou-se que a gestão da cadeia de suprimentos era abrangente e incluía entre outros, termos como processos gerenciais colaborativos, coordenação e operações de manufatura para obter eficiência operacional e adicionar valor ao cliente (Council of Supply Chain Management Professionals [CSCMP], 2021). No segundo cenário, tratando do impacto da TB na relação entre GCS e DOC, buscou-se evidenciar como a tecnologia *blockchain* em uma dimensão mais ampla da indústria 4.0, estava criando negócios e oportunidades financeiras para a cadeia de suprimentos (Esmaeilian et al., 2020) de modo mais substantiva do que sem a presença de TB (cenário 1). Assim é de se supor:

H_{1a}: A tecnologia *blockchain* medeia a relação entre gestão da cadeia de suprimentos e desempenho operacional

2.3 INFLUÊNCIA DO DESEMPENHO OPERACIONAL DA CADEIA NO DESEMPENHO OPERACIONAL DA EMPRESA

Os modelos predominantes de medição de desempenho operacional na gestão da cadeia de suprimentos consideram custos e a combinação de custos mais responsividade de clientes como fatores de medição, porém é uma amplitude pequena em relação aos fatores que afetam o desempenho da cadeia de suprimentos (Ferreira et al., 2016). Esse modelo refere-se a custos de inventário e operacional. Já os custos relacionados a responsividade de clientes destacam-se: tempo de entrega, falta de estoque e taxa de atendimento.

Nesse contexto, a gestão da cadeia de suprimentos busca alcançar o melhor desempenho operacional por meio da redução de desperdícios e da utilização eficiente da capacidade do fornecedor bem como da tecnologia, o que gera uma coordenação na cadeia alterando o modelo de concorrência entre empresas para a concorrência ente cadeias de suprimentos (Paulraj & Chen, 2007). Um fator importante para melhorar o desempenho da empresa está relacionado a integração da cadeia de suprimentos.

Vickery et al. (2003) investigaram as implicações de desempenho em um sistema integrado pela estratégia da gestão da cadeia de suprimentos e concluíram que existem efeitos positivos diretos e indiretos nas relações entre a integração da cadeia de suprimentos e o desempenho financeiro da empresa. Nesse sentido, melhorar o desempenho da cadeia de suprimentos tem sido considerado um meio eficaz para melhorar o desempenho organizacional da empresa (Gunasekaran et al., 2008). Portanto, há evidências da influência direta da capacidade da operação e da gestão da cadeia de suprimentos sobre o desempenho da empresa. Assim é de se supor:

H₄: O desempenho operacional da cadeia influencia no desempenho operacional da empresa

2.4 VARIÁVEL DE CONTROLE

Foram selecionadas variáveis de controle (VC) que poderiam minimizar problemas relacionados a efeitos espúrios, tais como: a) relacionadas aos respondentes: tempo na função (TF) e tempo na empresa (TE). A experiência nas atividades laborais, o engajamento e conhecimento dos processos produtivos estabelecidos pode facilitar a implementação de novas tecnologias, conter as rupturas administrativas, conflitos e melhorar o desempenho e; b) relacionadas às empresas: número de empregados (EMP), faturamento (FAT), tempo no mercado (TM), e fase da *blockchain* (FB). O porte da empresa pode afetar os resultados porque as empresas maiores tendem a ter mais recursos, facilitar as implementações de tecnologias e conter planos de interrupções por falta de financiamento.

3 ASPECTOS METODOLÓGICOS

3.1 NATUREZA, TIPO DE PESQUISA E AMOSTRA

A pesquisa foi considerada de natureza descritiva do tipo quantitativa, precedida de um estudo exploratório, cujos dados foram obtidos por meio de entrevistas em profundidade, junto a três respondentes de empresas usuárias da *blockchain*. O estudo exploratório teve a finalidade de prover embasamento e compreensão na formulação do problema de pesquisa, buscando o desenvolvimento melhor do tema (Perovano, 2016).

Neste estudo, considerou as atividades relacionadas à saúde humana, por seu caráter sistêmico, são reunidas no que a literatura denomina complexo econômico-industrial da

saúde. De acordo com Octaviano e Lima (2021), a cadeia de suprimentos é composta pela indústria farmacêutica, distribuidores, fornecedores de insumos, máquinas e equipamentos e prestadores de serviço público ou privado.

A amostragem de dados para a pesquisa utilizou-se da técnica por conveniência, a partir de uma lista de empresas associadas ao sindicato das indústrias farmacêuticas e seus fornecedores (Sindusfarma). Do ponto de vista conceitual, Hair et al. (2014) argumentam, como regra geral, deve haver cinco observações para cada variável independente, e de preferência o tamanho da amostra deve ser maior ou igual a 100. A coleta de dados ocorreu no segundo semestre de 2020 com empresas que utilizavam a tecnologia *blockchain* na gestão cadeia de suprimentos, mesmo em fase embrionária. Foram enviados 1.000 questionários à gestores de cadeias de suprimentos e potenciais respondentes de funções correlatas como logística, compras, transportes e armazenagem, por meio de correio eletrônico, em conjunto com a ferramenta de coleta do “google docs” e mídias sociais (Linkedin, Whatsapp).

3.2 INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS

Para a coleta de dados foi utilizado um questionário constituído de dois blocos. O primeiro bloco relacionado ao perfil demográfico dos respondentes e das empresas, e um segundo bloco relacionados aos constructos: gestão da cadeia de suprimentos (GCS), tecnologia *blockchain* (TB), desempenhos operacionais da cadeia (DOC) e da empresa (DOE), com oito assertivas cada, Tabela 1. Neste bloco, os entrevistados foram solicitados a marcar o grau de concordância ou discordância, em uma escala de 1 (DT = Discordo Totalmente) até 6 (CT = Concordo Totalmente).

Tabela 1
Instrumento de coleta de dados – segundo bloco

Constructos	Assertivas	Grau de concordância
GCS	1. Tem alto grau de coordenação com a fonte (AGC)	DT - 1 2 3 4 5 6 - CT
	2. Usuários participam da especificação da tecnologia (UET)	DT - 1 2 3 4 5 6 - CT
	3. Usuários participam da implementação da tecnologia (UIT)	DT - 1 2 3 4 5 6 - CT
	4. Usuários participam da seleção da tecnologia (UST)	DT - 1 2 3 4 5 6 - CT
	5. A tecnologia é bem entendida (TBE)	DT - 1 2 3 4 5 6 - CT
	6. Tem informações suficientes sobre essa tecnologia (IST)	DT - 1 2 3 4 5 6 - CT
	7. Reduz desperdício (RDP)	DT - 1 2 3 4 5 6 - CT
	8. Fornece ao cliente produtos padronizados (FPP)	DT - 1 2 3 4 5 6 - CT
TB	1. Facilidade a auditabilidade (FAA)	DT - 1 2 3 4 5 6 - CT
	2. Facilita a criação de banco de dados confiável (BDC)	DT - 1 2 3 4 5 6 - CT
	3. Economiza tempo de operações das atividades (ETA)	DT - 1 2 3 4 5 6 - CT
	4. Facilita a imutabilidade das informações (FII)	DT - 1 2 3 4 5 6 - CT
	5. Minimiza custos (MNC)	DT - 1 2 3 4 5 6 - CT
	6. Aumenta a confiança entre os parceiros (ACP)	DT - 1 2 3 4 5 6 - CT
	7. Facilita o compartilhamento de informações entre parceiros (CIP)	DT - 1 2 3 4 5 6 - CT
	8. Preserva o histórico das transações (PHT)	DT - 1 2 3 4 5 6 - CT
DOC	1. Melhorou a capacidade de lidar com pedidos não padronizados (CPN)	DT - 1 2 3 4 5 6 - CT
	2. Melhorou a capacidade de atender a requisitos especiais de especificação do cliente (CAE)	DT - 1 2 3 4 5 6 - CT
	3. Melhorou a capacidade de produzir produtos caracterizados por inúmeras opções de opções, tamanhos e cores (CPO)	DT - 1 2 3 4 5 6 - CT
	4. Melhorou a capacidade de ajustar rapidamente a capacidade de modo a acelerar a produção em resposta a mudanças na demanda do cliente (CAA)	DT - 1 2 3 4 5 6 - CT

	5. Melhorou a capacidade de introdução de projetos de melhorias / variação do produto (CIM)	DT - 1 2 3 4 5 6 - CT
	6. Melhorou a capacidade de lidar com a rápida introdução de novos produtos (CRI)	DT - 1 2 3 4 5 6 - CT
	7. Melhorou o tempo de resposta rápida ao cliente (TRR)	DT - 1 2 3 4 5 6 - CT
	8. Aumentou a quantidade de produtos rastreável (QPR)	DT - 1 2 3 4 5 6 - CT
DOE	1. Aumentou a participação de mercado (APM)	DT - 1 2 3 4 5 6 - CT
	2. Aumentou o retorno do investimento (ARI)	DT - 1 2 3 4 5 6 - CT
	3. Melhorou a margem de lucro nas vendas (MML)	DT - 1 2 3 4 5 6 - CT
	4. Melhorou a posição competitiva global (MPG)	DT - 1 2 3 4 5 6 - CT
	5. Reduziu o nível de estoques (RNE)	DT - 1 2 3 4 5 6 - CT
	6. Aumentou a flexibilidade do processo produtivo (AFP)	DT - 1 2 3 4 5 6 - CT
	7. Aumentou os gastos em tecnologia de processo (AGT)	DT - 1 2 3 4 5 6 - CT
	8. Reduziu tamanho dos lotes de fabricação (RTL)	DT - 1 2 3 4 5 6 - CT

Fonte: adaptado de Qi, Boyer e Zhao (2009); Qrunfleh e Tarafdar (2014); Formigoni Filho, Braga e Leal (2017); Clohessy, Acton e Rogers (2019).

A validação do questionário foi realizada por seis respondentes de empresas usuárias da tecnologia *blockchain*, com intuito de identificar e eliminar problemas potenciais, como o conteúdo das assertivas ou enunciado.

3.3 ANÁLISE DOS DADOS E LIMITAÇÕES DO MÉTODO

Os dados foram tratados pela estatística descritiva (frequência, média, desvio padrão), correlação bivariada e estatística multivariada (modelagem em equações estruturais). Para validar as medidas e escalas foram utilizados testes de validade convergente (limites recomendados para carga fatorial > 0,7 e variância média extraída > 0,5), a estatística alfa de Cronbach (limite recomendado > 0,7), confiabilidade composta (CC) (limite recomendado > 0,7), variância média extraída (limite recomendado > 0,5) e validade discriminante pelo critério de Fornell e Larcker (1981). Para analisar o ajuste estrutural foi utilizado o coeficiente de determinação (R^2), complementado pela estatística Q^2 (validade preditiva) e f^2 (efeito do tamanho da amostra).

A validade preditiva (Q^2) foi realizada para avaliar o quanto o modelo apresentado estava próximo daquilo que era esperado, assim, a perfeição de dado modelo ocorreria para $Q^2 = 1$, indicando que o modelo reflete a realidade sem erros (Hair et al., 2014). Ainda, foi avaliado o efeito do tamanho da amostra (f^2) para verificar o grau de cada constructo para o ajuste do modelo, considerando os valores de 0,02, 0,15 e 0,35 pequenos, médios e grandes, respectivamente (Hair et al., 2014). Para examinar a possibilidade de viés de método comum, uma vez que houve apenas um informante para cada questionário, foi utilizado o teste de fator único de Harman, por meio da aplicação da análise fatorial exploratória, que considera a existência de viés quando a solução extraída de um único fator excede 50% (Podsakoff et al., 2003).

Para estimar as relações estruturais do modelo e verificar a significância estatística se utilizou do método PLS-PM (*Partial Least Squares – Path Method*) dado que, é considerado como o mais adequado para estudos por apresentar ausência de distribuições simétricas das variáveis mensuradas ou tamanho da amostra insuficiente para estimativa do modelo (Ringle, Silva & Bido, 2014). Foi utilizada a *Variance Accounted For* (VAF), dada por:

$$VAF = \left[\frac{\beta_{12} \times \beta_{23}}{(\beta_{12} \times \beta_{23}) + \beta_{13}} \right] \quad \text{Equação [1]}$$

onde: β_{12} , β_{23} e β_{13} são os coeficientes estruturais capturados da relação entre os constructos (gestão da cadeia de suprimentos e *blockchain*), (*blockchain* e desempenho operacional da cadeia) e (gestão da cadeia de suprimentos e desempenho operacional da cadeia), respectivamente. Os valores recomendados para variância contabilizada são: $VAF < 0,200$ não existe mediação; $0,200 \leq VAF \leq 0,800$ a mediação é parcial e $VAF > 0,800$ significa mediação total (Hair et al., 2014).

Ainda como complemento, na tipificação da mediação da tecnologia *blockchain* na relação entre gestão da cadeia de suprimentos e desempenho operacional da cadeia, se parcial, total ou inexistente, foram utilizadas: a) a abordagem de Baron e Kenny (1986), segundo a qual, se na relação o coeficiente estrutural entre [GCS – DOC] a presença da *blockchain* (cenário 2) for menor que o coeficiente estrutural da relação entre [GCS – DOC] do cenário 1, diz então que a *blockchain* é um fator mediador da relação entre [GCS – DOC]. Não obstante, para a categoria de mediação (se total, parcial ou nula), Iacobucci, Saldanha e Deng (2007), pelo cenário 2, se H_2 e H_3 forem significantes e H_1 não significativa, diz então que a mediação é total. Caso todas as hipóteses (H_1 , H_2 e H_3) foram significantes, diz então que a mediação é parcial. Tanto na abordagem de Baron e Kenny (1986) e Iacobucci, Saldanha e Deng (2007) H_2 e H_3 tem que ser significantes.

Por fim, salienta-se que as principais limitações no estudo, referem-se a técnica de amostragem utilizada, por acessibilidade, classificada como não probabilística, o que pode comprometer a generalização dos resultados obtidos. Além disso, seguiu-se as recomendações de Hair et al. (2014), para determinação do tamanho da amostra de obter número de questionários (ou respondentes) equivalente a 5 vezes o número de medidas dos questionários. Não obstante, a unidade amostral pode apresentar variância e diferir de uma empresa para outra em decorrência da localização das empresas, região geográfica e da estrutura organizacional.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Do total de 1.000 questionários enviados, obteve-se 103 respostas, representando aproximadamente 10% em relação ao total. Cerca de 40% dos participantes da pesquisa têm cargo de gerente, 25% de coordenador/supervisor e 17,5% cargo de diretor e o restante outros (consultores, analistas). A maioria dos participantes tem experiência na função superior a cinco anos (53,5%), 30% entre dois e cinco anos e 16,5% menos de dois anos. Com relação a formação acadêmica dos participantes, mais de 54% têm formação superior em curso de administração, seguido de cerca de 19,5% em engenharia, 18,5% em outros cursos e 8% em economia.

Observando as características das empresas, a maioria é considerada de grande porte (cerca de 74%) contra de médio e pequeno porte (26%). Além disso, 68% das empresas apontaram faturamento anual acima de 300 milhões de reais e noventa e oito por cento das empresas participantes estão acima de cinco anos atuando no mercado. Foi evidenciado na pesquisa que aproximadamente 86,5% das empresas estão em fase embrionária quanto ao uso da tecnologia *blockchain*, 11,5% das empresas declararam em fase de maturidade e 2% fase avançada (*expert*) na utilização da tecnologia. Salienta-se, todavia, a maioria das empresas estavam ainda na fase embrionária de adoção da tecnologia *blockchain*, o que se considerou plausível, por se tratar de uma tecnologia de uso recente.

4.1 ANÁLISE FATORIAL E VALIDAÇÃO DAS HIPÓTESES

Observou-se que a média variou entre o valor mínimo de 4,058 e o valor máximo de 5,080 em uma escala de 1 a 6 pontos com desvio padrão que variou entre o valor mínimo de 0,783 e o valor máximo de 1,025 (Tabela 2). Esse resultado, com valores superiores a 3, com baixa dispersão e tendendo para o lado concordante da escala, mostrou uma leve tendência da influência da gestão da cadeia de suprimentos na tecnologia *blockchain* e no desempenho operacional da cadeia, por sua vez no desempenho operacional da empresa. Este resultado já era esperado, como visto anteriormente na revisão de literatura sobre a influência do desempenho da cadeia de suprimentos (Paulraj & Chen, 2007; Qrunfleh & Tarafdar, 2014).

Para a avaliação do modelo de mensuração, observou-se que o valor da raiz quadrada da variância média extraída (VME) de cada constructo, escrito na diagonal (+), foi maior do que os valores dos coeficientes de correlações, em linha e em coluna, denotando haver validade discriminante, segundo o critério de Fornell e Larcker (1981).

Tabela 2

Média, desvio padrão, correlação, variáveis de controle e validação discriminante

Constructos	Média	DP	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Principais											
1. GCS	4,058	1,025	,820 ⁺								
2. TB	5,080	,808	,309 ^{**}	,849 ⁺							
3. DOC	4,597	,783	,496 ^{**}	,539 ^{**}	,839 ⁺						
4. DOE	4,748	,965	,262 ^{**}	,474 ^{**}	,483 ^{**}	,893 ⁺					
Variáveis de Controle											
5. TF	na	na	-,046	,031	,072	-,090					
6. TE	na	na	-,096	-,020	,123	,123	,238 [*]				
7. EMP	na	na	,008	-,089	-,104	,318 ^{**}	-,178	-,085			
8. FAT	na	na	-,197 [*]	-,157	-,232 [*]	-,211 [*]	-,124	-,179	,744 ^{**}		
9. TM	na	na	-,006	,080	,108	,201 [*]	,069	,225 [*]	,132	,092	
10. FB	na	na	,108	-,23	,066	,154	,003	,059	,060	,053	-,118

Legenda: TF = Tempo de função; TE = Tempo de empresa; EMP = Número de empregados; FAT = Faturamento; TM = Tempo de mercado; FB = Fase do *blockchain*; na = Não Aplicável; DP = Desvio Padrão; (**) significância valor-p < 0,01; (*) significância valor-p < 0,05; (+) validade discriminante.

Para examinar os padrões ou relações latentes do modelo de mensuração a amostra foi submetida à técnica da análise fatorial para depurar e validar o conjunto de medidas em seus respectivos constructos. Após várias rodadas de depuração, observa-se que das 32 assertivas da base original, 17 foram significativas para o modelo e distribuídas nos constructos: gestão da cadeia de suprimentos (GCS), tecnologia *blockchain* (TB), desempenho operacional da cadeia de suprimentos (DOC) e desempenho operacional da empresa (DOE), Tabela 3.

As cargas fatoriais, que variaram entre o valor mínimo de 0,757 e valor máximo de 0,923, significantes para (valor-p ≤ 0,01). O α -Cronbach e a confiabilidade composta (CC) foram maiores do que 0,7, denotando que os indicadores tinham ajustes aceitáveis sobre o modelo de um só fator (unidimensional); e que os indicadores de constructos latentes foram consistentes em suas mensurações, denotando a confiabilidade do constructo (Hair et al., 2014). Quanto à validade convergente, todas as cargas fatoriais foram maiores que 0,7, e as variâncias médias extraídas (VME) ficaram acima de 0,5, revelando a validade convergente.

Em resumo, dentre as assertivas do modelo final, destacam-se para o setor de saúde as relacionadas ao DOE: ARI (0,923), APM (0,891), MPG (0,886) e MML (0,871). Octaviano e Lima (2021), concluíram em seus estudos que o destaque competitivo depende da melhoria

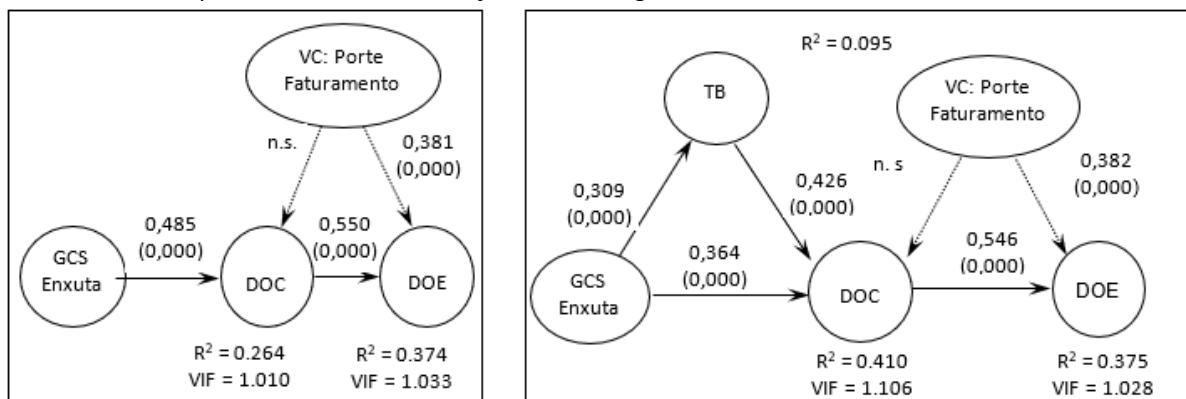
da qualidade do serviço, contribuindo para a satisfação e fidelização do cliente como do crescimento lucrativo para a instituição de saúde.

Tabela 3
Fator de carga para cada medida do modelo de mensuração

Constructos / Estatística	Assertivas	Fator de carga
GCS α -Cronbach = 0,879 AVE = 0,672 CR = 0,911	2. Usuários participam da especificação da tecnologia (UET)	0,830
	3. Usuários participam da implementação da tecnologia (UIT)	0,865
	4. Usuários participam da seleção da tecnologia (UST)	0,818
	5. A tecnologia é bem entendida (TBE)	0,825
	6. Tem informações suficientes sobre essa tecnologia (IST)	0,757
	1. Facilidade a auditabilidade (FAA)	0,854
TB α -Cronbach = 0,871 AVE = 0,720 CR = 0,911	2. Facilita a criação de banco de dados confiável (BDC)	0,843
	4. Facilita a imutabilidade das informações (FII)	0,860
	6. Aumenta a confiança entre os parceiros (ACP)	0,837
DOC α -Cronbach = 0,860 AVE = 0,704 CR = 0,905	4. Melhorou a capacidade de ajustar rapidamente a capacidade de modo a acelerar a produção em resposta a mudanças na demanda do cliente (CAA)	0,805
	5. Melhorou a capacidade de introdução de projetos de melhorias / variação do produto (CIM)	0,873
	6. Melhorou a capacidade de lidar com a rápida introdução de novos produtos (CRI)	0,844
	7. Melhorou o tempo de resposta rápida ao cliente (TRR)	0,831
	1. Aumentou a participação de mercado (APM)	0,891
	2. Aumentou o retorno do investimento (ARI)	0,923
	3. Melhorou a margem de lucro nas vendas (MML)	0,871
DOE α -Cronbach = 0,915 AVE = 0,797 CR = 0,940	4. Melhorou a posição competitiva global (MPG)	0,886

Na Figura 2, são avaliadas as significâncias estatísticas das relações de testes de hipóteses e ajustes dos dados ao modelo de mensuração, na perspectiva de dois cenários mostrada na Figura 1 (seção: Revisão da Literatura).

Figura 2
Modelo teórico empírico sem e com a mediação da tecnologia *blockchain*



[a] Cenário 1: sem mediação da TB.

[b] Cenário 2: com mediação da TB.

Legenda: VIF (fatores de inflação da variância); significância valor-p (entre parênteses); n.s. = não significante.

Em nenhum dos dois cenários houve problema de multicolinearidade, visto que os valores dos fatores de inflação da variância (VIF) ficaram abaixo de 5 (Hair et al., 2014). Com base na Figura 2 e Tabela 4 foi examinado o efeito mediador da tecnologia *blockchain* na relação entre gestão da cadeia de suprimentos e desempenho operacional. Para tanto aplicou-se o conceito de variável mediadora, como aquela que ao estar presente na equação de regressão, diminui a magnitude do relacionamento entre uma variável antecedente e uma variável dependente.

Tabela 4
Coeficientes estruturais e testes de hipóteses

Relacionamento estrutural	Coeficientes estruturais	Erro Padrão	Valor t	Hipótese	Decisão
Cenário 1 – sem mediação					
GCS → DOC [H ₁] - coef. β_1	0,485	0,078	6,235	H ₁ **	Suporta
DOC → DOE [H ₄] - coef. β_4	0,550	0,082	6,703	H ₄ **	Suporta
Cenário 2 – com mediação					
GCS → DOC [H ₁] – coef. β_{13}	0,364	0,083	4,392	H ₁ **	Suporta
GCS → TB [H ₂] – coef. β_{12}	0,309	0,111	2,789	H ₂ **	Suporta
TB → DOC [H ₃] – coef. β_{23}	0,426	0,085	5,015	H ₃ **	Suporta
DOC → DOE [H ₄] – coef. β_4	0,546	0,080	6,796	H ₄ **	Suporta
Mediação Parcial – H ₁ , H ₂ , H ₃ são significantes (Iacobucci, Saldanha, Deng (2007)). O valor de VAF foi de 0,266 (Hair et al., 2014).				H _{1a} **	Suporta

Legenda: (**) significância valor-p < 0,01; (*) significância valor-p < 0,05.

Assim, observa-se pelo cenário 1 que a relação entre (gestão da cadeia de suprimentos) e (desempenho operacional) obteve-se valor $\beta_1 = 0,485$, $p < 0,000$. Ao inserir a variável *blockchain*, como mostra o cenário 2, foram obtidos para a relação entre (gestão da cadeia de suprimentos) e (desempenho operacional) valores $\beta_{13} = 0,364$, $p < 0,000$, isto é, a relação ficou enfraquecida na presença da *blockchain*, dado que o valor β obtido foi menor do que o anterior. Portanto, por meio da comparação entre os dois cenários, evidenciou-se que a hipótese H_{1a} foi suportada em significância $p < 0,000$, apresentando evidência da mediação e atendendo às abordagens de: a) Baron e Kenny (1986) uma vez que H₁ foi reduzido de ($\beta_1 = 0,485$, $p < 0,000$) para ($\beta_{13} = 0,364$, $p < 0,000$) e; b) Iacobucci, Saldanha e Deng (2007), pois H₂ ($\beta_{12} = 0,309$, $p < 0,000$), H₃ ($\beta_{23} = 0,426$, $p < 0,000$) foram suportadas. Ainda, observa-se pela Tabela 4, que a hipótese H₄ ($\beta_4 = 0,546$, $p < 0,000$) também foi suportada.

Prosseguindo, verificou-se a categoria do efeito mediador (se parcial ou total) que: a) na abordagem de Iacobucci, Saldanha e Deng (2007) a mediação de TB foi parcial; b) na abordagem de Hair et al., (2014), calculando a variância contabilizada (VAF) pela Equação [1] em que $\beta_{12} = 0,309$; $\beta_{23} = 0,426$ e $\beta_{13} = 0,364$ extraído da Tabela 4, obteve-se VAF igual a 0,266, dentro do intervalo $0,200 \leq VAF \leq 0,800$, o que mostra, em ambas as abordagens, mediação parcial.

Com relação às avaliações da validade preditiva (Q²) e do efeito do tamanho da amostra (f²), os resultados foram respectivamente GCS (0,504 e 0,504), TB (0,063 e 0,516), DOC (0,273 e 0,495) e DOE (0,279 e 0,640), para valores de referência Q² > 0 e f² 0,02 = pequeno; 0,15 = médio; e 0,35 = grande.

A avaliação do viés do método comum, pela aplicação do teste de fator único de Harman, resultou na variância total extraída de 40,73%, evidenciando que o estudo não teve problema relacionado ao viés do método comum. Complementando, utilizando-se da técnica do modelo de caminhos (*Path Model Analysis*), os efeitos direto, indireto e total entre os constructos do modelo teórico-empírico, os resultados são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5
Efeitos Direto, Indireto e Total entre os constructos do modelo de mensuração

Constructos	TB		DOC			DOE		
	Direto	Total	Direto	Indireto	Total	Direto	Indireto	Total
GCS	0,309	0,309	0,364	0,132	0,496	0,072	0,199	0,271
TB	0	0	0	0	0,426	0	0,232	0,232
DOC	0	0	0	0	0	0,546	0	0,546
VC	0	0	0	0	0	0,382	0	0,382

O desempenho operacional da cadeia apresentou o maior impacto no desempenho operacional da empresa (0,546), seguido da VC (Porte, Faturamento Anual) (0,382). Isto significa que aumentando o desempenho operacional da cadeia de 1 unidade, a variável endógena, desempenho operacional da empresa, aumentaria 0,546 unidade. Da mesma forma para a VC, aumentaria 0,382 unidade.

5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A gestão da cadeia de suprimentos está se tornando cada vez mais digitalizada, o uso de novas tecnologias principalmente com a conectividade de produtos, serviços e equipamentos estão impulsionando as empresas a se reestruturarem inclusive o seu modelo de negócio para serem mais competitivas. Quanto a influência do desempenho operacional da cadeia no desempenho da empresa, indicou uma forte relação direta e positiva ($\beta = 0,546$, $p < 0,000$) corroborando com resultados de estudos anteriores como Qrunfleh e Tarafdar (2014) e Gunasekaran et al. (2008). Ainda, o estudo revelou que o uso da tecnologia *blockchain* apresenta benefícios na gestão da cadeia de suprimentos, embora 86% dos respondentes considerarem que o uso da tecnologia está em fase embrionária, no entanto, com forte demonstração de confiança no potencial da aplicação da tecnologia.

Compreende-se que a TB é aderente às necessidades das empresas e consumidores, que cada vez mais buscam por segurança, velocidade, confiabilidade de informações e produtos, e que atua diretamente nas questões que envolvem a transparência das transações comerciais. Com base na literatura previamente apresentada e nos testes realizados no estudo, pode inferir que uso da tecnologia *blockchain* apresenta fator mediador parcial para a gestão da cadeia de suprimentos com grande utilização principalmente em operações que envolvam rastreabilidade de produtos e informação. Em exemplo, cita-se que uma vez que as entradas de dados de rastreamento estão em um livro-razão da *blockchain*, elas são imutáveis, e os demais fornecedores na cadeia também podem rastrear remessas, entregas e o andamento dos processos (Kshetri, 2018); logo, a TB facilita a mediação de resultados de desempenho dos principais processos da gestão da cadeia de suprimentos.

A tecnologia *blockchain* ainda que não tenha alcançado escalabilidade de uso por parte das empresas, os entrevistados consideraram que ainda está em fase embrionária, representando assim, um desafio desvendar sobre o impacto efetivo do uso da tecnologia na gestão da cadeia de suprimentos em estudos posteriores. Os estudos de Alicke et al. (2017), retratam as dúvidas que os empresários da cadeia de suprimentos têm sobre a aplicação de *blockchain* na resolução dos problemas de abastecimento e do aumento efetivo da rentabilidade. Por outro lado, Abeyratne e Monfared (2016), destacaram a validação de contratos com aplicação da *blockchain*, por meio de contratos inteligentes que são totalmente autônomos, ou seja, as condições do contrato e suas ações são pré-especificadas e acordadas ocorrendo o gerenciamento de forma automática.

O modelo proposto demonstrou positivamente o impacto da TB na gestão da cadeia de suprimentos, considerando os fatores estudados. Observam-se que tanto os valores de Q^2 , como os valores de f^2 , indicaram que o modelo apresentado tem precisão e que os respectivos constructos foram importantes para o ajuste geral do modelo. Os autores ainda defendem uma análise profunda das capacidades da cadeia de suprimentos e do relacionamento existente entre membros para verificar a viabilidade do uso da *blockchain* como solução para a transparência da cadeia (Alicke et al., 2017).

Apesar da TB poder contribuir com a transparência da cadeia de suprimentos para um novo patamar, Francisco e Swanson (2018), argumentam que para acadêmicos e gestores o uso da tecnologia ainda é limitado. Tal limitação pode ser superada quando a TB criar valor aos participantes por meio de uma rede eficiente, com escalabilidade. Schmidt e Wagner (2019), esclarecem que uma rede eficiente significa que quanto mais entidades participarem dela, mais valiosa se tornará. Dimaggio e Powell (2005), contribuíram com o pensamento argumentando que isto somente será possível por meio da utilização e o processo de difusão que continua a gerar necessidades de políticas, padrões e processos quanto ao uso da TB pelas empresas, levando a institucionalização tecnológica.

Considerando a complexidade e fragilidade da cadeia de suprimentos do setor de saúde, Balcázar-Camacho, López-Bello e Adarme-Jaimes (2016), argumentam que a maioria dos trabalhos envolvendo o gerenciamento da cadeia de suprimentos do setor de saúde tratam geralmente do planejamento das atividades e focam na apresentação de soluções, mas há uma necessidade de desenvolvimento de modelos práticos que apontem rapidamente para a solução de problemas. Neste sentido, os autores defendem que a coordenação efetiva da cadeia de suprimentos no setor de saúde depende da implementação de sistemas de tecnologias apropriados, para melhoria do desempenho operacional.

Dessa forma, as empresas precisam avaliar seus negócios e o quanto a *blockchain* irá contribuir para o gerenciamento da cadeia de suprimentos. O desempenho operacional da empresa se refere a quão bem uma empresa alcança seus objetivos financeiros e orientados para o mercado (Qrunfleh & Tarafdar, 2014). Dessa forma, Liao, Hong e Rao (2010), sugerem que quanto maior a flexibilidade da cadeia de suprimentos melhor a capacidade da empresa se adaptar às mudanças no mercado.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo demonstrou que o uso da tecnologia *blockchain* tem impacto na gestão da cadeia de suprimentos. O fato da mediação do uso da tecnologia *blockchain* na relação entre gestão da cadeia de suprimentos e o desempenho operacional da cadeia, ter sido parcial, reforça ser uma tecnologia ainda em processo de compreensão para muitos administradores, com tendência positiva de crescimento nos próximos anos. Além disso, cadeias de suprimentos enxutas devem se familiarizar com a tecnologia *blockchain* como uma ferramenta para eliminar desperdícios invisíveis e atender melhor os clientes.

Ainda, o resultado desta pesquisa preencheu a lacuna de conhecimento com o desenvolvimento do modelo teórico-empírico que relaciona a gestão da cadeia de suprimentos com uma tecnologia inovadora e com amplas possibilidades de pesquisas, sobretudo na compreensão, difusão e popularização na aplicação em sistemas produtivos complexos como as atuantes nas cadeias de suprimentos enxutas, podendo ser estendida para outras cadeias, tais como as ágeis e inovadoras.

Portanto, diante dos resultados obtidos e das contribuições para as práticas gerenciais e acadêmicas, pode-se concluir que o estudo foi relevante por se tratar de um tema

envolvendo uma tecnologia disruptiva e que medeia parcialmente a relação entre gestão da cadeia de suprimentos e o desempenho operacional da cadeia, por sua vez, influencia no desempenho da empresa. Não obstante, esta conclusão deve ser ressalvada em decorrência das delimitações apresentada pelo estudo conforme descrito a seguir.

As principais delimitações estão relacionadas ao escopo do estudo que considerou empresas dos segmentos econômicos fabricantes de produtos farmoquímicos e farmacêuticos, estendido a seus prestadores de serviços logísticos; e quanto à concepção, o estudo foi considerado transversal. Por conta disso, o estudo representou uma ‘fotografia’ do momento da coleta de dados, o que dificulta eliminar os fatores externos que poderiam ter causado a correlação observada.

Diante disso, incentiva a realização de estudos futuros, para tornar os achados mais robustos, conforme sugestões a seguir: a) ampliar o tamanho da amostra; b) analisar outros setores de atividades econômicas; c) observar a utilização da tecnologia em um maior número de empresas que estejam na fase de maturidade; d) relacionar outros constructos e tecnologias, tais como *big data analytics* e internet das coisas para examinar se elas contribuem para facilitar a aplicação na gestão da cadeia de suprimentos e obter o correspondente impacto no desempenho.

REFERÊNCIAS

- Abeyratne, S., & Monfared, R. (2016). Blockchain ready manufacturing supply chain using distributed ledger. *International Journal of Research in Engineering and Technology*, 05(09), 001-010. <http://doi.org/10.15623/ijret.2016.0509001>
- Alicke, K., Davies, A., Leopoldseder, M., & Niemyer, A. (2017). *Blockchain technology for supply chains — A must or a maybe?* <https://operations-extranet.mckinsey.com>
- Balcázar-Camacho, D. A., López-Bello, C. A., & Adarme-Jaimes, W. (2016). Strategic guidelines for supply chain coordination in healthcare and a mathematical model as a proposed mechanism for the measurement of coordination effects. *DYNA*, 83(197), 204-212. <https://doi.org/10.15446/dyna.v83n197.55596>
- Baron, R. M., & Kenny, D. A. (1986). The moderator-mediator variable distinction in social psychological research: conceptual, strategic, and statistical considerations. *Journal of Personality and Social Psychology*, 51(6), 1173–1182. <https://doi.org/10.1037//0022-3514.51.6.1173>
- Clohessy, T., Treiblmaier, H., Acton, T., & Rogers, N. (2020). Antecedents of blockchain adoption: na integrative framework. *Strategic Change*, 29(05), 501-505. <https://doi.org/10.1002/jsc.2360>
- Council of Supply Chain Management Professionals (2021). *SCM Definitions and Glossary of Terms*. https://cscmp.org/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms.aspx
- Dimaggio, P. J., & Powell, W. W. (2005). A gaiola de ferro revisitada: isomorfismo institucional e racionalidade coletiva nos campos organizacionais. *Revista de Administração de Empresas*, 45(2), 74-89. <https://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rae/article/view/37123>
- Dreyfuss, G. (2020). *How pharmaceutical firms are using blockchain to track down counterfeit drugs*. <https://www.insurancejournal.com/news/national/2020/02/21/559057.htm>
- Esmaeilian, B., Sarkis, J., Lewis, K., & Behdad, S. (2020). Blockchain for the future of sustainable supply chain management in Industry 4.0. *Resources, Conservation and Recycling*, 163,



105064. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105064>
- Ferreira, L., Carnacchioni, P. C. R., Vietro, C., & Franciscato, R. S. (2016). *Gerenciamento da cadeia de suprimentos*. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A.
- Formigoni Filho, J. R., Braga, A. M., & Leal, R. L. V. (2017). *Tecnologia Blockchain: uma visão geral*. <https://www.cpqd.com.br/wp-content/uploads/2017/03/cpqd-whitepaper-blockchain-impresso.pdf>
- Fornell, C., & Larcker, D. (1981). Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error. *Journal of Marketing Research*, 18(01), 39–50. <https://doi.org/10.2307/3151312>
- Francisco, K., & Swanson, D. (2018). The supply chain has no clothes: Technology adoption of blockchain for supply chain transparency. *Logistics*, 2(1), 2. <https://doi.org/10.3390/logistics2010002>
- Gattorna, J. (2006). *Living supply chain: How to mobilize the enterprise around delivering what your customers want*. Harlow, United Kingdom: Pearson Education Limited.
- Gunasekaran, A., Lai, K-H., & Edwin Cheng, T.C. (2008). Responsive supply chain: A competitive strategy in a networked economy. *Omega*, 36(04), 549-564. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2006.12.002>
- Hair, J. F., Hult, G. T. M., Ringle, C. M., & Sarstedt, M. (2014). *Primer on partial least squares structural equation modeling (PLS-PM)*. Los Angeles: SAGE Publications.
- Iacobucci, D., Saldanha, N., & Deng, X. (2007). A meditation on mediation: Evidence that structural equations models perform better than regressions. *Journal of Consumer Psychology*, 17(02), 139–153. [https://doi.org/10.1016/S1057-7408\(07\)70020-7](https://doi.org/10.1016/S1057-7408(07)70020-7)
- Kshetri, N. (2018). Blockchain's roles in meeting key supply chain management objectives. *International Journal of Information Management*, 39, 80-89. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2017.12.005>
- Liao, Y., Hong, P., & Rao, S. (2010). Supply management, supply flexibility and performance outcomes: An empirical investigation of manufacturing firms. *Journal of Supply Chain Management*, 46(03), 06-22. <https://doi.org/10.1111/j.1745-493X.2010.03195.x>
- Octaviano, L.D., & Lima, F. M. S. (2021). A influência da gestão da cadeia de suprimentos hospitalar nos custos e agregação de valor. *Revista de Administração Hospitalar e Inovação em Saúde*, 18(04), 1-18. <https://doi.org/10.21450/rahis.v18i5.7129>
- Paulraj, A., & Chen, I. (2007). Strategic buyer–supplier relationships, information technology and external logistics integration. *Journal of Supply Chain Management*, 43(2), 2–14. <https://doi.org/10.1111/j.1745-493X.2007.00027.x>
- Perovano, D. G. (2016). *Manual de metodologia da pesquisa científica*. Curitiba: Intersaberes.
- Podsakoff, P. M., Mackenzie, S. B., Lee, J. Y., & Podsakoff, N. P. (2003). Common method biases in behavioral research: a critical review of the literature and recommended remedies. *Journal of Applied Psychology*, 88(5), 879–903. <https://doi.org/10.1037/0021-9010.88.5.879>
- Qi, Y., Boyer, K. K., & Zhao, X. (2009). Supply chain strategy, product characteristics, and performance impact: evidence from Chinese manufacturers. *USA: Decision sciences*, 40(04), 667-695. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5915.2009.00246.x>
- Qrunfleh, S., & Tarafdar, M. (2014). Supply chain information systems strategy: Impacts on supply chain performance and firm performance. *International Journal of Production Economics*, 147(Part B), 340–350. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2012.09.018>



- Ringle, C. M., Silva, D., & Bido, D. D. S. (2014). Structural equation modeling with the SmartPLS. *Brazilian Journal of Marketing*, 13(02), 56–73. <https://doi.org/10.5585/remark.v13i2.2717>
- Schmidt, C. G., & Wagner, S. M. (2019). Blockchain and supply chain relations: A transaction cost theory perspective. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 25(4), 100552. <https://doi.org/10.1016/j.pursup.2019.100552>
- Sindicato da Indústria de Produtos Farmacêuticos. (2022). *Perfil da indústria farmacêutica e aspectos relevantes do setor*. <https://sindusfarma.org.br/uploads>
- Sheel, A., & Nath, V. (2019). Effect of blockchain technology adoption on supply chain adaptability, agility, alignment and performance. *Management Research Review*, 42(12), 1353-1374. <https://doi.org/10.1108/MRR-12-2018-0490>
- Tapscott, D., Tapscott, A. (2016). *Blockchain Revolution: How the technology behind bitcoin and other cryptocurrencies is changing the world*. New York: Portfolio/Penguin.
- Vickery, S., Jayaram, J., Droge, C, & Calantone, R. (2003). The Effects of An Integrative Supply Chain Strategy on Customer Service and Financial Performance. *Journal of Operations Management*, 21(5), 523-539. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2003.02.002>
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (2003). *Lean thinking: Banish waste and create wealth in our corporation*. 2 ed. London: Free Press.
- World Economic Forum. (2015). *Deep shift: technology tipping points and societal impact*. <https://www.weforum.org/reports/>