

PERSPECTIVA DO IMPACTO DA *BLOCKCHAIN* EM EMPRESAS DO SETOR DE ALIMENTOS: MULTICASOS

¹Sivanilza Teixeira Machado & ²Roberto Giro Moori

RESUMO

Objetivo: Análise a percepção dos gestores de empresas de alimentos em relação a necessidade de mudanças tecnológicas e os aspectos gerenciais considerados mais importantes.

Originalidade/valor: O trabalho evidenciou a necessidade de aplicação de tecnologia pela cadeia produtiva de alimentos para melhoria dos processos internos e externos, e identificou os critérios que mais contribuem para os avanços empresariais.

Método: Trata-se de uma pesquisa exploratória com abordagem quantitativa. Foi aplicado um questionário estruturado para levantamento de dados, e para analisar a possível tomada de decisão sobre a implementação da tecnologia *blockchain* pelos gestores da cadeia de suprimentos foi adotado o Método de Análise Multicritério – AHP (*Analytic Hierarchy Process*).

Resultados: Foi evidenciado que a melhor tomada de decisão, seria a implementação da *blockchain* (50,08%), ou de outras tecnologias (34,94%), com vistas ao alcance de melhor performance corporativa. Além disso, dentre os critérios avaliados, a eficiência operacional foi considerada o mais importante na visão os gestores, seguido por tecnologia, nível de serviço logístico, qualidade, sustentabilidade e custo.

Conclusão: Constatou-se que independentemente do porte da empresa, ocorreu um consenso entre os gestores sobre a necessidade de mudanças tecnológicas em suas empresas, para acompanhar as tendências de mercado.

Palavras-chave: Cadeia de suprimentos. Processo Analítico Hierárquico. Tecnologia disruptiva.

FUTURE STUDIES RESEARCH JOURNAL
Scientific Editor: Renata Giovanazzo Spers
Evaluation: Double Blind Review, pelo SEER/OJS
Received: 07/04/2023
Accepted: 22/07/2023

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo - IFSP, São Paulo, (Brasil). E-mail: sivateixeira@yahoo.com.br Orcid id: <https://orcid.org/0000-0003-2746-7885>

²Universidade Presbiteriana Mackenzie - M, São Paulo, (Brasil). E-mail: roberto.moori@mackenzie.br Orcid id: <https://orcid.org/0000-0001-5690-746X>

BLOCKCHAIN TECHNOLOGY IMPACT PERSPECTIVE IN COMPANIES OF THE FOOD SECTOR: MULTICASE

ABSTRACT

Purpose: Analysis of food company managers' perceptions of the need for a technological change and the managerial aspects considered most important.

Originality/value: The study highlighted the need to apply technology for food supply integration chain to improve internal and external processes and identified the aspects that contribute the most to business growth.

Methods: The research is exploratory with a quantitative approach. A structured questionnaire was used for data collection. To analyze possible decision making about implementing blockchain technology by supply chain managers, we adopted Analytic Hierarchy Process (AHP) – a multicriteria analysis method.

Results: It was observed that the best decision making would be an implementation of the blockchain (50.08%) or other technologies (34.94%) to achieve a better corporate performance. In addition, among the evaluated criteria, operational efficiency was considered the most important to managers, followed by technology, level of logistics service, quality, sustainability, and cost.

Conclusion: It was found that regardless of a company's size, there was a consensus among managers about the need for technological changes in their companies to keep up with market trends.

Keywords: Supply chain. Analytic Hierachy Process. Disrupt technology

1 INTRODUÇÃO

A tecnologia *blockchain* (TB) ganhou visibilidade no segmento financeiro devido à corrida da criptomoeda “bitcoin” e a estrutura utilizada para fazê-lo funcionar (Cole et al., 2019; Schmidt & Wagner, 2019). O sucesso do emprego da TB no segmento financeiro levou a sua expansão para outros setores do mercado global. Pesquisas realizadas por Bumblauskas et al. (2020), PWC (2020), Kramer, Bitsch e Hanf (2021) revelam que a *blockchain* vem crescendo no segmento de cadeias produtivas de alimentos, com propósitos claros de tornar o ecossistema da cadeia de suprimentos mais transparente, por meio de funções de proveniência e rastreabilidade.

No contexto da era digital e as demandas da sociedade cibernética, as empresas buscam redesenhar o modelo de negócio e criar redes colaborativas, o que implica não só em inovação de produtos, mas de processos. Para tanto, a transformação digital tem proporcionado mudanças rápidas e responsivas ao mercado (Warner & Wäger, 2019). A TB tem se apresentado como uma solução disruptiva com capacidade de auxiliar no gerenciamento do ecossistema da cadeia de suprimentos, e contribuir para a construção de relacionamentos mais transparentes entre os parceiros comerciais e, conseqüentemente, redução dos custos de transação e aumento da vantagem competitiva (Treiblmaier, 2018; Menon & Jain, 2021).

Uma das premissas da Teoria dos Custos de Transação (TCT) consiste na presença da incerteza, contribuindo para o comportamento oportunista. De acordo com Silva e Brito (2013), o comportamento oportunista pode ocorrer em razão da racionalidade limitada dos envolvidos na transação, principalmente, em transações de ativos específicos. Neste sentido, a literatura tem defendido que a utilização da TB nas transações comerciais, contribui para redução dos custos de transação. Para Oliveira (2022), “a *blockchain* é, portanto, uma tecnologia multifuncional que se destina, enquanto base de dados distribuída, descentralizada, imutável e inviolável, a tornar transações seguras e de modo mais simples, mapeando-as na medida em que ocorrem, trazendo transparência ao sistema.”

Apesar da atual ‘popularidade’ da *blockchain* e os esforços para divulgação de uma ‘tecnologia mais democrática’ que pode ser implementada em vários segmentos de mercado, com controle descentralizado, a TB ainda enfrenta certas restrições de uso e incertezas quanto a segurança das transações realizadas entre membros da cadeia de suprimentos por ser autogeridas pela plataforma.

As incertezas relacionadas a *blockchain* se encontram em torno da falta de clareza do comportamento do sistema em funcionamento; do real custo de implementação e utilização, das questões de segurança da rede (quem está com acesso as suas informações) e as questões de transparência que apesar de reduzir o oportunismo nas transações comerciais, pode ser uma fonte de novas estratégias e proveito por partes envolvidas na negociação (Schmidt & Wagner, 2019; Suhail et al., 2020; Oliveira, 2022).

Para garantir os ganhos de eficiência nas transações do ecossistema da cadeia de suprimentos na era digital é primordial a formalização de negociações por meio de contratos inteligentes (*smart contracts*) (Treiblmaier, 2018; Oliveira, 2022). Estes por sua vez, permitem uma melhor performance de gerenciamento dos termos, já que considera a adequação do

contrato ao longo do tempo a cada condição, de forma dinâmica contribuindo positivamente para a agilidade na tomada de decisão.

Diante deste contexto, este artigo tem como objetivo principal, a análise da percepção dos gestores de empresas de alimentos em relação a necessidade de mudanças tecnológicas e os aspectos gerenciais considerados mais importantes. Para isso, adotou-se a técnica de Processo Analítico Hierárquico (*Analytic Hierarchy Process – AHP*).

A principal contribuição deste artigo encontra-se na evidência de necessidade de aplicação de tecnologia pela cadeia produtiva de alimentos para melhoria dos processos, e na identificação dos critérios que mais contribuem para os avanços empresariais.

O artigo está estruturado em cinco partes: inicia-se com a introdução, seguida da fundamentação teórica abordando os principais conceitos envolvidos sobre *blockchain* e seus atributos e Métodos de multicritérios para tomada de decisão, com foco no AHP e os critérios para tomada de decisão. Na terceira parte, apresenta-se a metodologia de pesquisa, abordando o instrumento de coleta de dados e sua análise. Posterior, encontra-se os resultados da pesquisa e a discussão sobre a necessidade de adaptação tecnológico atual no ambiente empresarial, seguindo para a parte de contribuição do estudo, e finalizando com a apresentação das referências utilizadas na elaboração do estudo.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 *Blockchain* e as tecnologias disruptivas

O advento da internet foi considerado por tempos como alta tecnologia disruptiva e suas profundas transformações no ambiente social e empresarial (Treiblmaier, 2018). Com a *internet* surgiu as novas oportunidades de comércio e de aproximação entre atores da cadeia e automação de processos produtivos. Novos termos passaram a ser utilizados e conhecidos, como *E-commerce*, B2B (*Business-to-Business*) e B2C (*Business-to-Consumer*), WMS (*Warehouse Management System*), TMS (*Transportation Management System*), ERP (*Enterprise Resource Planning*), EDI (*Electronic Data Interchange*), *Internet* das coisas, realidade aumentada, inteligência artificial, *big data* e *business analytics* e, mais recente, *blockchain* e *smart spaces* (Treiblmaier, 2018; Warner & Wäger, 2019; Min, 2019).

Para Treiblmaier (2018), a tecnologia *blockchain* vem prometendo mudanças semelhantes a *internet* com profundas transformações nas relações comerciais, contudo, alertou

para uma investigação minuciosa que contribua com a geração de valor para o ambiente empresarial. A TB está presente e vem sendo aplicada em diversos setores econômicos. Inicialmente foi aplicada ao mercado financeiro digital e se expandiu para os diversos setores da economia (Cole et al., 2019; Schmidt & Wagner, 2019). Ainda segundo os autores, a tecnologia é considerada até o momento a mais segura, devido as características de imutabilidade dos dados, a distribuição e sincronismo pela rede, possibilidade de aplicação de contratos inteligentes, entre outras promovendo a transparência na realização de transações e sendo colocada como uma solução para as empresas lidarem com possíveis fraudes.

Os números apresentados no Relatório Global de Fraudes e Riscos elaborado pela Kroll, retratam a preocupação das empresas com a imagem associada a fraudes, corrupção, atividade ilícita, lavagem de dinheiro entre outras, principalmente, em cadeia de suprimentos globais pela complexidade dos relacionamentos (Kroll, 2022). Ainda segundo o Relatório, os países com maior propensão aos impactos de fraudes foram: China, Índia, Médio Oriente, Estados Unidos, Brasil, Austrália, Suíça e França. Tais evidências geram aumento de custos devidos as investigações, principalmente, em cadeias globais (Kroll, 2022). Assim, o uso de tecnologia apropriada pode auxiliar no controle e monitoramento das relações e, conseqüentemente, redução dos custos.

Além disso, são recentes os escândalos contábeis de grandes empresas que atuam no setor varejista e que iniciou uma série de preocupações para o mercado (Busch, 2023). Tais ações refletem a fragilidade do mundo dos negócios, e que implica em grandes prejuízos para todos os envolvidos. A falta de transparência nas relações e sobre a saúde financeira das empresas são os principais problemas para mercado financeiro.

Apesar da *blockchain* não ser um conceito recente, ainda é bastante incipiente o seu uso nas operações e cadeias de suprimentos (Cole et al., 2019). Na pesquisa realizada por PricewaterhouseCooper (PwC) os resultados apresentam que apenas 8% das empresas brasileiras já implementaram a *blockchain* (PwC, 2020). Este resultado revela que as empresas sabem que precisam se adequar a realidade digital e inovar seus negócios, mas ainda se sentem inseguras sobre as mudanças estruturais, gerenciais e financeiras para aderir a tecnologia.

De acordo com os estudos exploratórios de Menon e Jain (2021), o conceito de *blockchain* é constituído por quatro atributos que contribuem significativamente para o processo de transparência da cadeia, sendo: auditabilidade, imutabilidade, proveniência e rastreabilidade (Quadro 1). A transparência das transações e operações empresariais asseguram a conduta ética e garantem as práticas de *compliance* nas organizações.

Atributos	Conceito
Auditabilidade	“É a virtude de rastrear operações históricas sobre a cadeia da <i>blockchain</i> , incluindo todos os atores envolvidos nessas operações.” (tradução nossa)
Imutabilidade	“É uma propriedade de ser imutável ou incapaz de ser alterado ao longo do tempo.” (tradução nossa). A imutabilidade dos registros das transações na <i>blockchain</i> , contribui para a confiabilidade e segurança das transações.
Proveniência	“Descreve a cronologia e registo de propriedade ou origem geográfica de um produto.” (tradução nossa)
Rastreabilidade	Possibilidade de acesso as informações do ciclo de vida de produtos/serviços ao longo da cadeia de suprimentos. Essa é uma das principais funções que contribui para a transparência das transações.

Quadro 1: Atributos aplicados ao conceito *blockchain*

Fonte: Adaptado de Suhail *et al.* (2020); Menon e Jain (2021); Oliveira (2022)

Para Schmidt e Wagner (2019), as principais barreiras para aplicação da tecnologia se encontram na incerteza tecnológica, problemas de escalabilidade e custo de desenvolvimento. Um ponto importante a considerar é que tecnologia *blockchain* favorece a descentralização da informação sobre as transações entre todos aqueles conectados (Cole *et al.*, 2019). Assim, ao mesmo tempo que isto contribui para relacionamentos mais transparentes entre os membros, gera incertezas e insegurança sobre o controle da informação.

Como exemplo, cita o caso da distribuição de alimentos, a utilização de sensores que rastreiam a localização, hora, temperatura, umidade e transmite para a *blockchain*, sendo tais informações vinculadas aos produtos, a partir de registro digital para garantir a proveniência, conformidade, autenticidade e qualidade dos alimentos (Bumblauskas *et al.*, 2020). Logo, fica evidenciado uso das funções de proveniência e rastreabilidade da tecnologia *blockchain* para as cadeias produtivas de alimentos, buscando o aumento da segurança alimentar e redução dos escândalos de contaminação que prejudicam a imagem da cadeia (Lin *et al.*, 2020).

Estudos prévios sobre o uso da *blockchain* relatam as diversas vantagens que a tecnologia pode proporcionar para o ganho competitivo do ecossistema de cadeia de suprimentos, pela perspectiva da Teoria dos Custos de Transação (Schmidt & Wagner, 2019; Menon & Jain, 2021; Oliveira, 2022). A perspectiva é que aplicação de *blockchain*, devido os atributos que a envolve, permita maior visibilidade entre as negociações e operações e torna as transações mais eficientes e aumenta o nível de confiança entre as partes, prevenindo práticas de fraudes e reduzindo os riscos. A rastreabilidade e a abertura das transações contribuem para a redução dos riscos da cadeia de suprimentos (Schmidt & Wagner, 2019). A lista da Forbes apresentou 50 empresas que aplicam a tecnologia *blockchain* em suas atividades empresariais (Forbes Money, 2022).

Nos estudos de Schmidt e Wagner (2019), foi evidenciado que a *blockchain* pode reduzir os custos de transação e contribuir para estruturas de governança orientada para o mercado, minimizando a incerteza comportamental e ambiental, assim como o comportamento oportunista. Para exemplificar, os autores expõem que com a utilização da *blockchain* se tem a transparência sobre a proveniência do produto, evitando fraudes e/ou falsificação; assim, há uma economia de custos relacionados ao controle de fornecedores e monitoramento da qualidade dos produtos. De acordo com Cole et al. (2019) as empresas buscam por soluções tecnológicas para aumentar sua eficiência operacional.

A literatura tem mostrado que o uso da tecnologia *blockchain* pode ser capaz de identificar rapidamente problemas e controlar a fabricação de produtos e as condições de operações produtivas, colaborando para uma melhor integração, promovendo a comunicação para a disseminação e compartilhamento de informações, tornando-as mais acessíveis por meio de proximidade, trocas frequentes e interdependências colaborativas (Tortorella et al., 2019). Ainda a TB pode levar a uma melhor integração das atividades logísticas e moderar o relacionamento estratégico entre comprador-fornecedor (Paulraj & Chen, 2007).

Por outro lado, Treiblmaier (2018) evidenciou que apesar da discussão ainda incipiente e a falta de pesquisas sobre o tema, muitas empresas tem investido grandes volumes de dinheiro em *blockchain* na expectativa de soluções para revolucionar a cadeia de suprimentos. O que torna uma preocupação para os negócios já que a TB passa a ser um ambiente incerto. Além disso, apesar das diversas vantagens que a TB pode oferecer as empresas, existem alguns questionamentos mais gerais sobre a sustentabilidade da tecnologia e impactos ao meio ambiente, a questão da regulamentação das operações e a segurança do ecossistema *blockchain*; e condições mais específicas sobre a operacionalidade das plataformas de *blockchain* tratados no estudo de Lin et al. (2020), tais como o rendimento das transações que pode variar de baixo até alto dependendo da plataforma de *blockchain*, linguagem de contratos inteligentes, estado da base de dados, controle de acesso, etc.

Suhail et al. (2020), discutem em seu estudo as questões técnicas e não técnicas da aplicação da *blockchain*, evidenciando que a tecnologia atende os principais desafios da gestão e segurança dos dados na cadeia de suprimentos, entretanto, a utilização da tecnologia requer a análise de outros fatores. Diversos são os estudos de literatura que tratam das barreiras e desafios para implementação da *blockchain*, envolvendo aspectos transformação digital, educacionais, regulatórios, qualidade, sustentabilidade, segurança (Schmidt & Wagner, 2019; Suhail et al., 2020).

Portanto, a implementação da *blockchain* exige cautela e uma análise profunda do seu impacto nos negócios da empresa, considerando as capacidades técnicas e tecnológicas, além dos recursos materiais, humanos e financeiros, reduzindo os riscos dos investimentos.

2.2 Métodos de multicritérios para tomada de decisão

Em ambiente dinâmico empresarial a tomada de decisão é imprescindível para auxiliar os líderes, buscando por meio de métodos e modelos selecionar/adotar alternativas com menor grau de riscos possíveis ao negócio da empresa. Existem diversos métodos que podem ser utilizados para auxiliar o gestor (decisor) na tomada de decisão, entre elas, o método *Analytic Hierarchy Process (AHP)*, em português Processo Hierárquico Analítico. Reis, Ladeira e Fernandes (2013), apontaram os métodos *Analytic Hierarchy Process (AHP)*, *Analytic Network Process (ANP)*, *Elimination et Choix Traduisant la Réalité (ELECTRE)*, Benefícios, Oportunidades, Custos e Riscos (BOCR) e *Technique of Preference by Similarity to the Ideal Solution (TOPSIS)*, aplicados para tomada de decisão.

Em seu livro *Models, Methods, Concepts & Applications of the Analytic Hierarchy Process*, Thomas L Saaty e Luis G Vargas, esclarecem que o AHP é uma estrutura básica a ser utilizada para a tomada de decisão, considerando os aspectos racionais e intuitivos para seleção de alternativas a partir de critérios avaliados (Saaty & Vargas, 2001).

De modo geral, a aplicação do método AHP, considera inicialmente a determinação de hierarquias, definição de prioridades e, posterior, análise de consistência lógica (Nascimento et al., 2019). Saaty e Vargas (2001) expõem sobre a estrutura mais simples para a tomada de decisão, consistindo em três níveis: 1) definição do objetivo; determinação dos critérios; e 3) alternativas propostas que serão avaliadas, Figura 1.

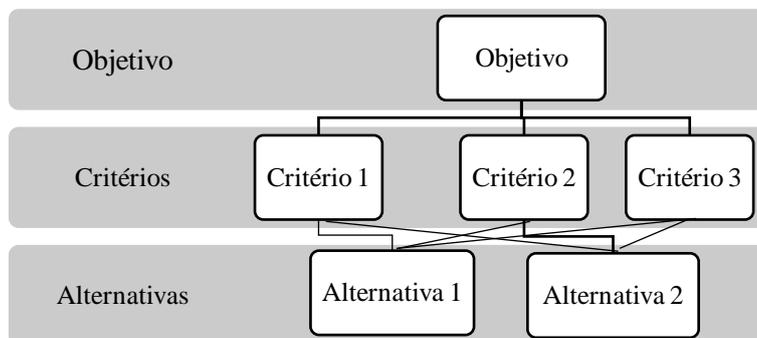


Figura 1: Exemplo da estrutura do método AHP
 Fonte: Adaptado de Saaty e Vargas (2001)

Para avaliação dos critérios estabelecidos é aplicada a escala fundamental de intensidade de importância recomendada por (Saaty & Vargas, 2001), conforme Quadro 2.

Intensidade de importância	Definição*	Descrição*	Intensidade de importância recíproca
1	Igual importância	Dois atividades contribuem igualmente para o objetivo	1
2	Fraca	Valor intermediário 1-3	1/2
3	Moderada importância	Experiência e julgamento ligeiramente favorecer uma atividade em detrimento de outra	1/3
4	Mais moderada	Valor intermediário 3-5	1/4
5	Forte importância	Experiência e julgamento favorecer uma atividade em detrimento de outra	1/5
6	Mais forte	Valor intermediário 5-7	1/6
7	Muito forte a importância	Uma atividade é favorecida muito fortemente sobre outro; seu domínio demonstrado na prática	1/7
8	Muito, muito forte	Valor intermediário 7-8	1/8
9	Extremamente importância	As evidências que favorecem uma atividade sobre outra é da mais alta ordem de afirmação possível	1/9

*Tradução nossa

Quadro 2: Escala de Intensidade de importância proposta por Saaty e Vargas

Fonte: Adaptado de Saaty e Vargas (2001) e Wegner et al. (2020)

Para o cálculo dos pesos de avaliação é aplicado a matriz de decisão A, sendo a base para geração da matriz A de comparação pareada e cálculo dos autovetores e autovalores máximos (λ_{max}).

$$A = \begin{vmatrix} 1 & A_1 & A_n \\ 1/A_1 & 1 & A_{2n} \\ 1/A_n & 1/A_{2n} & 1 \end{vmatrix}$$

O cálculo do autovalor máximo é fundamental para análise do Índice de Consistência (CI) dos pesos de avaliação, Equação 1.

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{(n - 1)} \tag{Eq. (1)}$$

Segundo Briozo e Musetti (2015), além do CI é importante o cálculo da Razão de Consistência (CR), dado ao erro aleatório relacionado a ordem da matriz, baseado no *Random Consistency Index* – RI (Tabela 1), Equação 2.

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad \text{Eq. (2)}$$

Tabela 1: Índice de consistência aleatória

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9
RI	0	0	0,52	0,89	1,11	1,25	1,35	1,4	1,45

Fonte: Adaptado de Saaty e Vargas (2001)

Saaty e Vargas (2001) recomendam que o Índice de Consistência permaneça menor que 0,10, caso contrário cabe ao decisor a estudar e revisar os pesos dos julgamentos em relação aos critérios avaliados. Nesse sentido, em caso de ocorrência de inconsistência dos pesos, estes podem ser reajustados aplicando a Equação 3.

$$p' = 1 + \left(\frac{p}{10}\right) \quad \text{Eq. (3)}$$

Onde, p' = peso ajustado; p = peso real

2.3 Critérios de avaliação de mudança tecnológica

A busca sistemática na *Web of Science* de fontes relacionadas a “*Analytic Hierarchy Process*” e “*Blockchain*”, resultou em 51 trabalhos, sendo cerca de 76,5% relacionados a artigos científicos, 49% publicados em 2022, sendo os principais estudos desenvolvidos na China e Índia, Tabela 2.

Tabela 2: Dez aplicações de AHP para tomada de decisão envolvendo tecnologia *blockchain*

Título	Autores	Periódico	Ano	Total/citações	Média / ano
A sustainable production capability evaluation mechanism based on blockchain, LSTM, analytic hierarchy process for supply chain network	Li, Zhi; Guo, Hanyang; Barenji, Ali Vatankhah; Wang, W. M.; Guan, Yijiang; Huang, George Q.	International Journal Of Production Research	2020	40	10
A multi-criteria evaluation model based on hesitant fuzzy sets for blockchain technology in supply chain management	Colaka, Murat; Kaya, Ihsan; Ozkan, Betul; Budakc, Aysenur; Karasan, Ali	Journal Of Intelligent & Fuzzy Systems	2020	31	7,75
Analyzing blockchain adoption barriers in manufacturing supply chains by the neutrosophic analytic hierarchy process	Vafadarnikjoo, Amin; Ahmadi, Hadi Badri; Liou, James J. H.; Botelho, Tiago; Chalvatzis, Konstantinos	Annals Of Operations Research	2021	30	10
An integrated framework to prioritize blockchain-based supply chain success factors	Shoaib, Muhammad; Lim, Ming K.; Wang, Chao	Industrial Management & Data Systems	2020	30	7,5
Managing disruptions and risks amidst COVID-19 outbreaks: role of blockchain technology in developing resilient food supply chains	Sharma, Manu; Joshi, Sudhanshu; Luthra, Sunil; Kumar, Anil	Operations Management Research	2022	23	7,67
Towards Blockchain-Enabled Security Technique for Industrial Internet of Things Based Decentralized Applications	Sodhro, Ali Hassan; Pirbhulal, Sandeep; Muzammal, Muhammad; Luo Zongwei	Journal Of Grid Computing	2020	23	5,75
Technology assessment: Enabling Blockchain in hospitality and tourism sectors	Sharma, Mahak; Sehrawat, Rajat; Daim, Tugrul; Shaygan, Amir	Technological Forecasting And Social Change	2020	21	5,25
Administrative Reforms in the Fourth Industrial Revolution: The Case of Blockchain Use	Myeong, Seunghwan; Jung, Yuseok	Sustainability	2019	12	2,4
Blockchain, an enabling technology for transparent and accountable decentralized public participatory GIS	Farnaghi, Mahdi; Mansourian, Ali	Cities	2020	11	2,75
A conceptual framework for blockchain-based sustainable supply chain and evaluating implementation barriers: A case of the tea supply chain	Mangla, Sachin Kumar; Kazancoglu, Yigit; Yildizbasi, Abdullah; Ozturk, Cihat; Calik, Ahmet	Business Strategy And The Environment	2022	10	5

Fonte: Adaptado de *Web of Science*

Li et al. (2020) usaram a teoria AHP para avaliação de capacidade de produção empresarial, incorporando três tecnologias principais (*Internet of Things, Machine learning* e *Blockchain*) a partir de critérios de recursos humanos (critérios sociais), produção (aspectos

materiais e ambientais), qualidade do produto e operações logísticas (aspectos sobre custos logísticos e eficiência no transporte); Shoaib, Lim e Wang (2020) aplicaram o AHP para investigar os fatores de sucesso de cadeias de suprimentos baseada em *blockchain* e obtiveram como resultado: acessibilidade, gerenciamento de dados, custos, integração do gerenciamento da cadeia de suprimentos, sustentabilidade, eficiência satisfação do cliente, entre outros.

A literatura apresentou diversos modelos/critérios amplos e específicos para se avaliar a aplicação da *blockchain* em cadeias de suprimentos e com diferentes propostas (Li et al., 2020; Vafadarnikjoo et al., 2021; Sharma et al., 2022). Neste trabalho para avaliar a percepção sobre a necessidade de mudanças tecnológicas na empresa, optou-se por realizar uma pesquisa inicial com os critérios mais amplos (Quadro 3), e três cenários possíveis: 1) manter o cenário atual; 2) implementar a tecnologia *blockchain*; e 3) implementar outras tecnologias.

Critério	Descrição	Fonte
Tecnologia	Refere-se ao uso das tecnologias existentes para aumentar a produtividade das atividades empresariais	(Li et al., 2020) (Mahak Sharma et al., 2021) (Vafadarnikjoo et al., 2021)
Qualidade	Refere-se a padronização de processos e produtos da empresa, de forma a atender as exigências do mercado (satisfação dos clientes)	(Shoaib et al., 2020) (Li et al., 2020)
Sustentabilidade	Refere-se a prática de ações empresariais pelo equilíbrio dos pilares: social-econômico-ambiental.	(Shoaib et al., 2020) (Li et al., 2020)
Nível de serviço logístico	Refere-se ao atendimento à missão de logística, diretamente ligada a gestão da qualidade do fluxo logístico.	(Shoaib et al., 2020) (Li et al., 2020)
Custo	Refere-se a gestão de custos e a capacidade da empresa em utilizar os recursos de forma racional	(Shoaib et al., 2020) (Mahak Sharma et al., 2021)
Eficiência operacional	Refere-se a capacidade empresarial de se manter competitiva utilizando de seus recursos alinhados as estratégias oferecendo ao mercado o melhor produto com o menor custo e sustentável.	(Shoaib et al., 2020) (Mahak Sharma et al., 2021)

Quadro 3: Critérios aplicados para avaliação

Fonte: Autores

3 METODOLOGIA

Para atender o objetivo da pesquisa, desenvolveu-se uma pesquisa exploratória com abordagem quantitativa, aplicando um questionário estruturado para levantamento de dados, por meio de entrevista realizada remotamente, conforme descrito abaixo. A pesquisa teve a participação de três empresas do ramo alimentício localizadas no Estado de São Paulo.

3.1 Instrumento de coleta de dados (ICD)

Para a coleta de dados foi utilizado um roteiro estruturado dividido em duas partes: inicialmente com 15 questões fechadas sobre características dos voluntários e da organização, posterior, cinco questões fechadas apresentadas em blocos de comparação para avaliação dos critérios para tomada de decisão sobre a implementação ou não da tecnologia *blockchain*, conforme exemplo Quadro 4.

1) Em relação aos critérios listados abaixo, qual e quanto é mais importante do que o outro? Para aplicação do peso de importância, utilize a escala de Saaty apresentada.

Critério	Escala de importância de Saaty																Critério	
Tecnologia	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Qualidade
Tecnologia	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sustentabilidade
Tecnologia	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Nível de serviço logístico
Tecnologia	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Custo
Tecnologia	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Eficiência operacional
Qualidade	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sustentabilidade
Qualidade	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Nível de serviço logístico
Qualidade	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Custo
Qualidade	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Eficiência operacional
Sustentabilidade	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Nível de serviço logístico
Sustentabilidade	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Custo
Sustentabilidade	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Eficiência operacional
Nível de serviço logístico	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Custo
Nível de serviço logístico	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Eficiência operacional
Custo	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Eficiência operacional

Quadro 4: Exemplo de aplicação do questionário fechado

Fonte: Autores (2022)

O projeto básico de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (Parecer Consubstanciado nº 5.558.128) e, também, foi realizado o teste e validação do ICD antes da sua aplicação, por especialista da área de *blockchain* atuante no mercado e know-how reconhecido na área de inovação com foco em *blockchain*, com objetivo de garantir a efetividade da pesquisa aplicada. O público-alvo da pesquisa foi profissionais das áreas comerciais, de logística e/ou suprimento, que atuam ou atuaram em empresas/indústrias de transformação do ramo alimentício que utilizam, planejam ou não a implementação da tecnologia *blockchain*.

As entrevistas foram realizadas remotamente utilizando a plataforma *Google Meets*, com data previamente agendada com o participante da pesquisa. O participante foi esclarecido sobre objetivo, procedimento ético de pesquisa e ICD. De acordo com Pádua (2019), a entrevista é amplamente utilizada para coleta de dados, e permite que os dados levantados sejam analisados tanto de forma quantitativa como qualitativamente.

3.2 Análise de dados aplicada a tomada de decisão

A caracterização e mensuração do perfil dos participantes da pesquisa e da organização, foi feito por meio da tabulação dos dados de questões fechadas com uso do MS Excel®, para exploração descritiva e análise univariada dos dados.

Para analisar a possível tomada de decisão sobre a implementação da tecnologia *blockchain* pelos gestores da cadeia de suprimentos foi adotado o Método de Análise Multicritério – AHP (*Analytic Hierarchy Process*). Dessa forma foram considerados seis critérios de comparação: tecnologia, qualidade, sustentabilidade, nível de serviço logístico, custo e eficiência operacional; e três alternativas possíveis: manter o cenário atual, implementar a tecnologia *blockchain* e implementar outras tecnologias, Figura 2.

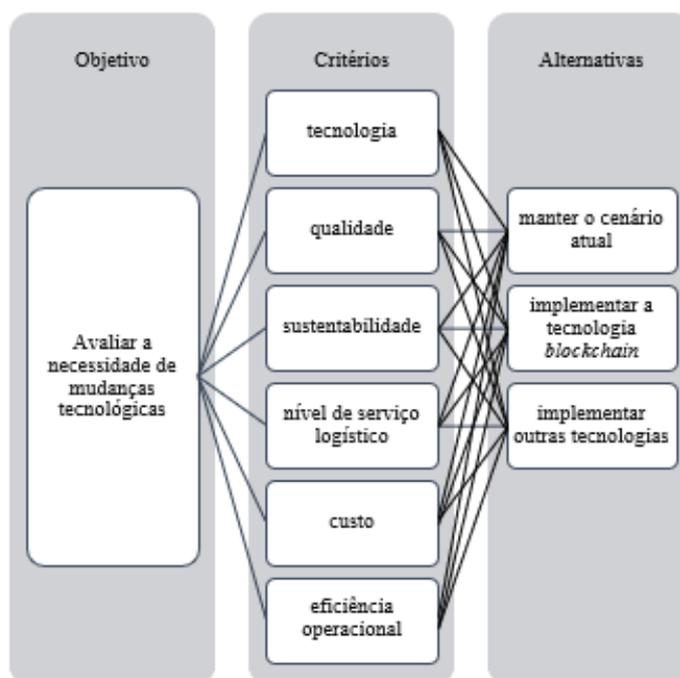


Figura 2: Estrutura de análise multicritério
Fonte autores

Os voluntários foram submetidos a escala de importância de Saaty, conforme Quadro 2 apresentado na revisão de literatura, considerando o valor “1” mesma importância até “9”

extremamente mais importante em relação ao outro critério avaliado. Para não ocorrer problema de interpretação, os voluntários foram esclarecidos sobre a aplicação da escala e suas medidas. Assim, os participantes julgaram os critérios e alternativas usando a comparação pareada.

Os julgamentos foram tabulados em planilhas do MS Excel, e para o cálculo dos pesos foi utilizado a Equação 4, conforme orientado por Araujo et al. (2022).

$$p = \frac{mm + mg + mn}{3} \tag{Eq. (4)}$$

onde, p = peso; mm = valor máximo atribuído; mg = média geométrica; mn = valor mínimo atribuído.

Para a análise dos dados foi utilizado o *software SuperDecision* v. 2.10 (2019) e, também, adotou-se o Índice de Consistência < 0,10 para verificar a ocorrência de inconsistência entre os julgamentos (Saaty & Vargas, 2001). O modelo aplicado não apresentou inconsistências entre os critérios avaliados, entretanto, verificou-se inconsistências entre os julgamentos na comparação entre as alternativas “Implementar *Blockchain* versus Implementar outras tecnologias” para a maioria dos critérios, com exceção do critério custo. A Equação 5 foi adotada para corrigir as inconsistências evidenciadas, Tabela 3 (Araujo et al., 2022).

$$p' = 1 + \left(\frac{p}{10}\right) \tag{Eq. (5)}$$

Tabela 3: Índice de Consistência antes e após o ajuste

Critérios	Implementar <i>blockchain</i> versus implementar outras tecnologias	
	IC antes ajuste	IC após ajuste
Tecnologia	0,10749	0,0005
Qualidade	0,10749	0,0005
Sustentabilidade	0,10749	0,0061
Nível de serviço logístico	0,1598	0,0090
Eficiência operacional	0,10749	0,00615

Fonte: Dados da pesquisa

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Descrição dos resultados

Em termos gerais, o perfil dos participantes da pesquisa, 67% correspondem ao gênero masculino, 100% se encontram na faixa etária entre 20 e 30 anos, com formação em áreas de administração, logística e outras. Ainda se observou que em relação ao tempo de empresa,

apenas 33% dos voluntários responderam que têm entre cinco e 10 anos tanto de experiência na função como em tempo de empresa, e o restante entre dois e cinco anos.

Sessenta e sete por cento das empresas são do ramo varejista/atacadista de alimentos e 33% fornecedor secundário e todas estão a mais de 15 anos no mercado. Com relação ao tipo de produto, todas as empresas trabalham com produtos in natura (frescos), mas somente 33% trabalham com produtos semiprocessados, produtos resfriados/congelados e produtos processados.

Observando o porte da empresa, teve-se a participação de empresa de grande e pequeno porte e microempresa, localizadas no Estado de São Paulo.

4.2 Necessidades de mudanças tecnológicas

A partir do diagnóstico realizado pelos participantes sobre a avaliação da necessidade de mudanças tecnológicas da empresa, evidenciou-se que a melhor tomada de decisão seria a implementação da *blockchain* (50,08%), ou de outras tecnologias (34,94%), com vistas ao alcance de melhor performance corporativa, Tabela 4. Neste sentido, o pior cenário seria manter a situação atual, sem mudanças tecnológicas/ inovação nos processos gerenciais e operacionais.

Para garantir a transparência nas relações comerciais em cadeias de suprimentos globais e o fluxo de informações rastreáveis e um ambiente seguro, a aplicação de tecnologias modernas e atualizadas, como a *blockchain*, se fazem necessárias, contudo, as empresas que se encontram em ambientes de economias em desenvolvimento, enfrentam certas dificuldades para adequar-se as tecnologias disruptivas e manter a produtividade (Vafadarnikjoo et al., 2021).

Tabela 4: Matriz de prioridades dos critérios e alternativas

		Peso	Prioridade
Critérios	Tecnologia	0,22730	2
	Qualidade	0,14044	4
	Sustentabilidade	0,09546	5
	Nível de serviço logístico	0,19572	3
	Custo	0,06552	6
	Eficiência operacional	0,27556	1
Alternativas	1. Manter o cenário atual	0,14972	3
	2. Implementar <i>blockchain</i>	0,50084	1
	3. Implementar outras tecnologias	0,34944	2

Fonte: Resultado dos dados, adaptado de SuperDecisions (2019)

Dentre os critérios avaliados, a eficiência operacional é o mais importante na visão os gestores das empresas participantes, seguido por tecnologia, nível de serviço logístico, qualidade, sustentabilidade e custo. Os resultados da pesquisa corroboram com os estudos de (Shoab et al., 2020), que apresentou a eficiência operacional como segundo critério mais importante.

A sociedade cibernética tem mudado constante e dinamicamente, forçando rupturas na forma tradicional e moldando as relações humanas. Um dos grandes desafios da era digital para as empresas é acompanhar tais mudanças e atender rapidamente suas novas necessidades, o que requer maior capacidade de inovação e agilidade dos processos. Ainda considerando a complexidade de cadeias globais e os impactos da transformação digital, é de práxis a utilização de *big data* pelas empresas em busca de padrões de comportamento que melhor definam o valor de mercado e o auxílio no controle e monitoramento das atividades. Warner e Wäger (2019), apresentam a transformação digital pela perspectiva de renovação estratégica, considerando o as renovações do modelo de negócios, a abordagem colaborativa e, também, a cultura. Os autores reforçam que “a capacidade de transformação digital consiste em (1) navegação em ecossistemas de inovação, (2) redesenho estruturas internas, e (3) melhorar a maturidade digital.”

Pode se inferir, sem dúvidas, que a contribuição da internet para os negócios empresariais foi de fundamental importância. Observando a linha do tempo dos avanços tecnológicos e seus impactos no ambiente empresarial, como já citados na revisão de literatura, fez profundas mudanças na cadeia de suprimentos com aplicação de ERP, WMS, TMS, EDI, *QR Code*, entre outras (Treiblmaier, 2018; Warner & Wäger, 2019; Min, 2019). Ainda, o pensamento “cadeia de suprimentos 4.0” tem avançado nas perspectivas dos negócios digitais, possibilitando uma gama de alternativas para as empresas em termos de automação de processos, redução de custos, ganhos de produtividade, novos canais de comercialização de produtos, encurtamento da cadeia de suprimentos, melhor controle e monitoramento da produção e/ou operação.

4.3 Análise de sensibilidade

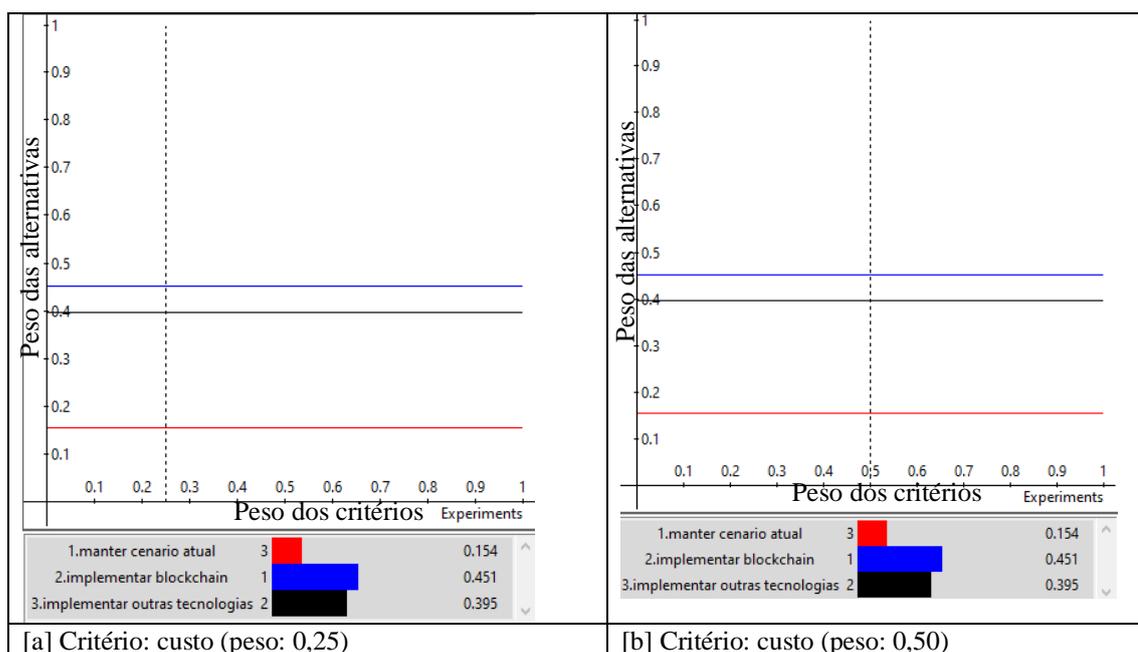
Com o objetivo de se avaliar a robustez do modelo AHP, conduziu-se uma análise de sensibilidade (Quadro 5). Considerou-se quatro experimentos sendo atribuído aos critérios os seguintes pesos: 0,25, 0,50, 0,75 e o peso do resultado obtido pelo respectivo critério.

A partir dos resultados experimentais pode-se afirmar que o modelo é consistente, e manteve-se a indicação do cenário 2 (Implementar *blockchain*), seguindo do cenário 3 (Implementar outras tecnologias) e, por fim, o cenário 1 (Manter o cenário atual).

Critérios	Experimento 1 (0,25)	Experimento 2 (0,50)	Experimento 3 (0,75)	Experimento 4 (peso obtido)
Tecnologia	Cenário 2, 3 e 1			
Qualidade	Cenário 2, 3 e 1			
Sustentabilidade	Cenário 2, 3 e 1			
Nível de serviço logístico	Cenário 2, 3 e 1			
Custo	Cenário 2, 3 e 1			
Eficiência operacional	Cenário 2, 3 e 1			

Quadro 5: Análise de sensibilidade para pesos com valores experimentais 0,25, 0,5, 0,75 e peso obtido
Fonte: Autores

Para melhor exemplificar, a Figura 3, apresenta os resultados experimentais realizados com o critério ‘custo’; logo, pode-se observar que não houve alteração na priorização dos cenários para tomada de decisão. A busca por transparência nas relações e processos do ecossistema da cadeia de suprimentos, promovendo a credibilidade e aumento de confiança, além de redução dos custos de transação são alguns dos benefícios que as empresas vislumbram e caminham nos avanços das aplicações de *blockchain* em diversos segmentos do mercado. Adaptar-se ao cenário atual já não é mais uma questão de sobrevivência do mercado global, as empresas que desejam ser competitivas, estas devem inovar e se reinventar constantemente.



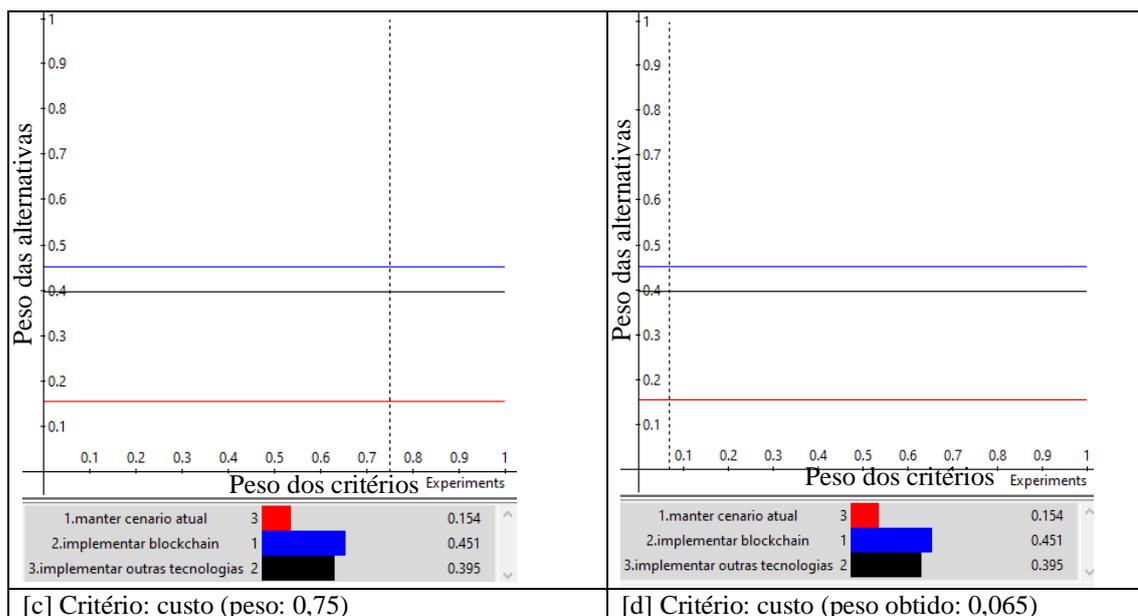


Figura 3: Análise de sensibilidade para o critério: custo

Fonte: Adaptado de SuperDecision (2019)

A TB promete uma revolução nas transações comerciais e já apresenta rupturas marcantes nas negociações entre empresas por meio dos *smart contracts*, contribuindo com diversos segmentos de mercado como apresentado, como apresentou a lista da apresentada pela Forbes (Forbes Money, 2022). Sobre a avaliação dos atributos da *blockchain*, os participantes avaliaram com a rastreabilidade sendo a mais importante, seguida da audibilidade, imutabilidade e, por último, a proveniência.

Os participantes evidenciaram que a *blockchain* pode adicionar valor, por meio da redução do custo, melhoria da qualidade e do serviço prestado, tempo de resposta e, por último, a questão da inovação.

5 CONCLUSÃO

A partir da análise realizada aplicando o AHP foi constatado que independentemente do porte da empresa, ocorreu um consenso entre os gestores sobre a necessidade de mudanças tecnológicas em suas empresas, para acompanhar as tendências de mercado. Ainda, observou-se que a eficiência operacional é o critério mais importante para as empresas participantes, seguido por tecnologia, nível de serviço logístico, qualidade, sustentabilidade e custo.

Além disso, o método aplicado se apresentou consistente na seleção do melhor cenário para tomada de decisão. Neste sentido, considerando os critérios avaliados, o estudo indicou como primeira alternativa a implementação da tecnologia *blockchain*; e segunda a

implementação de outras tecnologias que possa satisfazer as necessidades da empresa sem necessariamente ser a *blockchain*.

Assim, sugere-se que as empresas realizem um diagnóstico real dos seus negócios, para a tomada de decisão sobre a mudança tecnológica que deve ser realizada. Ao longo do texto do artigo é possível verificar os diversos benefícios que a tecnologia *blockchain* pode proporcionar para a cadeia de suprimentos, principalmente, quando se busca por vantagem competitiva seja por estratégia de custos ou valor. Por outro lado, ficou claro que apesar dos benefícios da tecnologia, a *blockchain* ainda enfrenta restrições, devido ao ambiente incerto e como as informações são gerenciadas pela rede, de forma descentralizadas, bem como preocupação sobre as questões legais e regulatórias das transações. Entretanto, parece improvável que ocorra um retrocesso nos avanços para melhoria do ecossistema *blockchain* e sua utilização nos diversos segmentos.

Neste contexto, o que se percebe é que os ganhos em eficiência operacional com o uso da tecnologia superam os riscos envolvidos na sua utilização, contribuindo para a vantagem competitiva da cadeia de suprimentos de forma geral. Assim, a principal contribuição desde estudo está na evidência que as empresas precisam se adequar a era da inovação e digitalização de forma estratégica; e na apresentação de uma teoria consolidada para avaliação dos critérios que auxiliam para a tomada de decisão.

Como estudo futuro, sugere-se a investigação empírica dos fatores estratégicos para aplicação da *blockchain* e a perspectiva dos impactos desta tecnologia, considerando a vantagem competitiva na era digital.

6 REFERÊNCIAS

Araujo, F. A., Reis, J. G. M., Silva, M. T., & Aktas, E. (2022). A Fuzzy Analytic Hierarchy Process Model to Evaluate Logistics Service Expectations and Delivery Methods in Last-Mile Delivery in Brazil. *Sustainability*, 14(5753), 1–18.

Briozo, R. A., & Musetti, M. A. (2015). Método multicritério de tomada de decisão: aplicação ao caso da localização espacial de uma Unidade de Pronto Atendimento - UPA 24 h. *Gestão e Produção*, 22(4), 805–819. <https://doi.org/10.1590/0104-530X975-13>

Bumblauskas, D., Mann, A., Dugan, B., & Rittmer, J. (2020). A blockchain use case in food distribution: Do you know where your food has been? *International Journal of Information Management*, 52, 102008. <https://doi.org/10.1016/J.IJINFOMGT.2019.09.004>

Teixeira Machado, S., & Giro Moori, R. (2024). Perspectiva do impacto da blockchain em empresas do setor de alimentos: multicasos. *Future Studies Research Journal: Trends and Strategies* [FSRJ], 16(1), e763. <https://doi.org/10.24023/FutureJournal/2175-5825/2024.v16i1.763>

Busch, A. (2023). *Escândalo da Americanas pode ser só o começo*. UOL. <https://noticias.uol.com.br/ultimas-noticias/deutschewelle/2023/02/22/escandalo-da-americanas-pode-ser-so-o-comeco.htm>

Cole, R., Stevenson, M., & Aitken, J. (2019). Blockchain technology: implications for operations and supply chain management. *Supply Chain Management*, 24(4), 469–483. <https://doi.org/10.1108/SCM-09-2018-0309/FULL/PDF>

Da Silva, A. A., & Brito, E. P. Z. (2013). Incerteza, racionalidade limitada e comportamento oportunista: um estudo na indústria brasileira. *RAM. Revista de Administração Mackenzie*, 14(1), 176–201. <https://doi.org/10.1590/S1678-69712013000100008>

Forbes Money. (2022). *Forbes Top 50 Blockchain: conheça as empresas bilionárias*. Forbes. <https://forbes.com.br/forbes-money/2022/02/forbes-top-50-blockchain-conheca-as-empresas-bilionarias-que-utilizam-a-tecnologia/>

Kramer, M. P., Bitsch, L., & Hanf, J. (2021). Blockchain and Its Impacts on Agri-Food Supply Chain Network Management. *Sustainability 2021, Vol. 13, Page 2168*, 13(4), 2168. <https://doi.org/10.3390/SU13042168>

Kroll. (2022). *Global Fraud and Risk Report - Volume 2*. Kroll. <https://www.kroll.com/en/insights/publications/global-fraud-and-risk-report-2021-volume-2>

Li, Z., Guo, H., Barenji, A. V., Wang, W. M., Guan, Y., & Huang, G. Q. (2020). A sustainable production capability evaluation mechanism based on blockchain, LSTM, analytic hierarchy process for supply chain network. *Https://Doi-Org.Ez338.Periodicos.Capes.Gov.Br/10.1080/00207543.2020.1740342*, 58(24), 7399–7419. <https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1740342>

Lin, W., Huang, X., Fang, H., Wang, V., Hua, Y., Wang, J., Yin, H., Yi, D., & Yau, L. (2020). Blockchain Technology in Current Agricultural Systems: From Techniques to Applications. *IEEE Access*, 8, 143920–143937. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3014522>

Menon, S., & Jain, K. (2021). Blockchain Technology for Transparency in Agri-Food Supply Chain: Use Cases, Limitations, and Future Directions. *IEEE Transactions on Engineering Management*. <https://doi.org/10.1109/TEM.2021.3110903>

Min, H. (2019). Blockchain technology for enhancing supply chain resilience. *Business Horizons*, 62(1), 35–45. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2018.08.012>

Nascimento, A. G. S., Knupp, A. M., Souza, H. S. R., & Guimarães, J. T. C. (2019). Aplicação do método ahp para determinação de tecnologias de controle de emissões atmosféricas provenientes da produção de concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ). *Revista Científica Esfera Acadêmica Tecnologia*, 3(2), 01–16.

Oliveira, T. B. L. de. (2022). A economia dos custos de transação e o novo modelo proposto pelos smart contracts. *Ano*, 8(3), 1651–1679.

Pádua, E. M. M. (2019). *Metodologia da Pesquisa: Abordagem teórico-prática* (1st ed.). Papirus Editora.

Paulraj, A., & Chen, I. J. (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>

PwC, P. (2020). *Ecosystemas de cadeias de suprimentos conectadas e autônomas 2025*. <https://www.pwc.com.br>

Reis, L. P., Ladeira, M. B., & Fernandes, J. M. (2013). Contribuição do método analytic hierarchy process (AHP) para auxílio ao processo decisório de terceirizar ou internalizar atividades no contexto de uma empresa de base tecnológica. *Revista Produção Online*, 13(4), 1325–1354. <https://doi.org/10.14488/1676-1901.V13I4.1326>

Saaty, T., & Vargas, L. (2001). *Models, methods, concepts & applications of the analytic hierarchy process* (F. Hillier (ed.)). Springer Science+Business Media.

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>

Sharma, Mahak, Sehrawat, R., Daim, T., & Shaygan, A. (2021). Technology assessment: Enabling Blockchain in hospitality and tourism sectors. *Technological Forecasting and Social Change*, 169, 120810. <https://doi.org/10.1016/J.TECHFORE.2021.120810>

Sharma, Manu, Joshi, S., Luthra, S., & Kumar, A. (2022). Managing disruptions and risks amidst COVID-19 outbreaks: role of blockchain technology in developing resilient food supply chains. *Operations Management Research*, 15(1–2), 268–281. <https://doi.org/10.1007/S12063-021-00198-9/TABLES/11>

Shoaib, M., Lim, M. K., & Wang, C. (2020). An integrated framework to prioritize blockchain-based supply chain success factors. *Industrial Management and Data Systems*, 120(11), 2103–2131. <https://doi.org/10.1108/IMDS-04-2020-0194/FULL/PDF>

Suhail, S., Hussain, R., Khan, A., & Hong, C. S. (2020). Orchestrating product provenance story: When IOTA ecosystem meets electronics supply chain space. *Computers in Industry*, 123, 103334. <https://doi.org/10.1016/J.COMPIND.2020.103334>

SuperDecisions (2019). *SuperDecisions* (v. 2.10). <https://www.superdecisions.com/downloads/>

Tortorella, G. L., Giglio, R., & van Dun, D. H. (2019). Industry 4.0 adoption as a moderator of the impact of lean production practices on operational performance improvement. *International Journal of Operations and Production Management*, 39, 860–886. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-01-2019-0005>

Treiblmaier, H. (2018). The impact of the blockchain on the supply chain: a theory-based research framework and a call for action. *Supply Chain Management*, 23(6), 545–559. <https://doi.org/10.1108/SCM-01-2018-0029/FULL/PDF>

Teixeira Machado, S., & Giro Moori, R. (2024). Perspectiva do impacto da blockchain em empresas do setor de alimentos: multicasos. *Future Studies Research Journal: Trends and Strategies* [FSRJ], 16(1), e763. <https://doi.org/10.24023/FutureJournal/2175-5825/2024.v16i1.763>

Vafadarnikjoo, A., Badri Ahmadi, H., Liou, J. J. H., Botelho, T., & Chalvatzis, K. (2021). Analyzing blockchain adoption barriers in manufacturing supply chains by the neutrosophic analytic hierarchy process. *Annals of Operations Research*, 1–28. <https://doi.org/10.1007/S10479-021-04048-6/TABLES/7>

Warner, K. S. R., & Wäger, M. (2019). Building dynamic capabilities for digital transformation: An ongoing process of strategic renewal. *Long Range Planning*, 52(3), 326–349. <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2018.12.001>

Wegner, R. S., Battisti, A., Tontini, J., Malheiros, M. B., & Rossato, V. P. (2020). Aplicação do método analytic hierarchy process (AHP) na priorização das ações de inovações em serviços em um estudo de multicaso. *Navus*, 10, 01–19. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.22279/navus.2020.v10.p01-19.1006>