



08, 09, 10 e 11 de novembro de 2022
ISSN 2177-3866

BLOCKCHAIN E A RUPTURA DA FORMA TRADICIONAL DE NEGOCIAÇÃO EM ECOSISTEMA DE CADEIA DE SUPRIMENTOS

SIVANILZA TEIXEIRA MACHADO

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SÃO PAULO (IFSP)

ROBERTO GIRO MOORI

UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE (MACKENZIE)

BLOCKCHAIN E A RUPTURA DA FORMA TRADICIONAL DE NEGOCIAÇÃO EM ECOSISTEMA DE CADEIA DE SUPRIMENTOS

1. INTRODUÇÃO

A tecnologia *blockchain* [TB] ganhou visibilidade no segmento financeiro, devido a corrida da criptomoeda “bitcoin” e a estrutura apresentada para fazer isso dá certo (COLE; STEVENSON; AITKEN, 2019; SCHMIDT; WAGNER, 2019). O sucesso do emprego da tecnologia no segmento financeiro levou a sua expansão para outros segmentos 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, contribuindo 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.”

Entretanto, 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 *blockchain* 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 para 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), que permite 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.

Para responder à questão principal de pesquisa foi realizada uma revisão de literatura baseando na premissa da Teoria dos Custos de Transação [TCT], explorando os impactos da TB no ecossistema da cadeia de suprimentos e as mudanças necessárias para a vantagem

competitiva. Com base na literatura, projetou-se a relação entre os atributos da TB com as dimensões da TCT, por meio de contratos inteligentes autoexecutável e autogeridos pela *blockchain*.

A principal contribuição deste artigo encontra-se na compilação de fatores estratégicos para aplicação de *blockchain*; e na evidência, baseada na literatura, que a utilização de contratos inteligente no gerenciamento das relações pode otimizar os custos envolvidos e contribuir para a Teoria dos Custos de Transação e, ainda, permitir avanços tecnológicos com automatização de processos, contribuindo para um ecossistema da cadeia de suprimentos mais transparente, sustentável e competitivo.

O artigo está estruturado em seis partes, partindo da introdução com apresentação do tema, em seguida tratou-se do problema e objetivo de pesquisa. Posterior, construiu-se a fundamentação teórica abordando os principais conceitos envolvidos sobre TCT e suas dimensões, *blockchain* e seus atributos, contratos inteligentes e ecossistema da cadeia de suprimentos. Na quarta parte, propôs-se a discussão sobre o novo instrumento de negociação na era digital, seguindo para a parte de contribuição do estudo, e finalizando com a apresentação das referências utilizadas na elaboração do estudo.

2. PROBLEMA DE PESQUISA E OBJETIVO

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). Entretanto, ainda é incipiente os estudos sobre os benefícios da *blockchain* considerando a nova percepção da Teoria de Custos de Transação. Assim, este trabalho busca responder à principal questão: Como a tecnologia *blockchain* contribui para a vantagem competitiva na era digital? Outras questões são exploradas de forma complementar para nortear este artigo, tais como: a tecnologia *blockchain* reduz a incerteza e os custos de transação? Apesar dos benefícios da *blockchain*, por que as empresas apresentam restrições para sua implementação?

Este artigo tem como objetivo analisar a contribuição do *blockchain* para a nova percepção da teoria de custos de transação da era digital no ecossistema da cadeia de suprimentos.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Teoria dos Custos de Transação

Historicamente, não tem como tratar da Teoria dos Custo de Transação [TCT] sem destacar a perspectiva de Williamson, que abordou a transação como unidade básica de análise da instituição econômica capitalista. Para Williamson (1985), os custos de transação são envolvidos por uma microanálise, por pressupostos comportamentais, pela a importância econômica da especificidade dos bens, pela análise institucional comparativa, a empresa como estrutura de governança, e a forma de contrato entre instituições, com ênfase no *ex poste*.

Neste sentido, Pessali e Fernández (2001), argumentou que as empresas não devem buscar o alinhamento de contratos *ex ante* e salvaguardas para contratos *ex poste* da incerteza, mas principalmente analisar suas competências e capacidades de novas e/ou reformulação de atividades. O Quadro 1 apresenta as principais dimensões dos custos de transação.

Silva e Brito (2013), complementam o exposto no Quadro 1, esclarecendo que as variações das dimensões da TCT conduzem à racionalidade limitada e ao comportamento oportunista. Neste contexto, Pessali e Fernández (2001), apresentam críticas a TCT defendida

por Williamson em 1985, apresentando uma abordagem evolucionista e defendendo aplicação de aspectos dinâmicos à TCT, para redução de custos de transação.

Quadro 1 – Principais dimensões da Teoria dos Custos de Transação

Dimensões	Conceito
Especificidade dos bens	Refere-se ao grau de dependência de uma transação em relação a ativos especializados. “(…) transações que envolvem ativos altamente específicos determinam uma relação de dependência mútua entre as partes, sendo o rompimento contratual desvantajoso para ambos.”
Frequência transacional	Refere-se a grau de ocorrência das transações entre as partes, podendo ser menos ou mais complexas. Assim, tende ao desenvolvimento de instituições mais sofisticadas para interações de maior recorrência, conduzindo para a utilização de arranjos contratuais mais abrangentes, enquanto interações menos frequentes levam as relações menos complexas.
Incerteza	Refere-se ao grau de confiança dos agentes e a capacidade de se antecipar aos acontecimentos futuros, considerando fatores comportamentais e as demais características das transações.

Fonte: Adaptado de Williamson (1985); Sarto e Almeida (2015)

Com as transformações e a nova concepção de economia digital, Souza *et al.* (2018), discutiram sobre avanços na TCT, considerando as mudanças econômicas e mercadológicas que, evidenciam novos fenômenos a serem analisados, tais como a interação e a digitalização. Os autores exploram a ideia de custos de interação por meio de revisão de literatura e proposição de um *framework* conceitual. Segundo (SOUZA *et al.*, 2018),

A abordagem proposta a partir do framework, portanto, incorpora a noção de custos de transação e, como caráter evolutivo, defende-se a existência de custos de interação no contexto da economia digital. Advoga-se que, externo a este contexto, tem-se um panorama caracterizado por assimetria de informações, o que gera altos custos de transação. Tratando da economia digital, tem-se um ambiente de incerteza devido à alta capacidade de mudanças e, como principal atividade, há a transformação de dados em informações por meio de tecnologias, o que caracteriza uma intangibilidade (desmaterialização) das transações. (p. 07)

A transformação digital foi abordada por Warner e Wäger (2019), “como a utilização de novas tecnologias digitais, tais como as tecnologias móveis, de inteligência artificial, *cloud*, *blockchain*, e a *Internet of Things* (IoT), para permitir grandes melhorias empresariais para aumentar a experiência do cliente, racionalizar as operações, ou criar novos modelos de negócio.”[tradução nossa]. Neste contexto, tais tecnologias têm impactos diretos nas relações comerciais e geram custos proporcionais.

Em exemplo, as diferentes configurações de transações, tais como B2B [*Business-to-Business*] e B2C [*Business-to-Consumer*] geram custos de interações (SOUZA *et al.*, 2018). Tomando como exemplo, os grandes *marketplaces* que buscam reduzir a expectativa de tempo de espera de uma compra *online* de três dias para 24 ou 12 horas, com modelos de fretes diversificados, melhorando a experiência de compra *online* do consumidor.

O ecossistema da cadeia de suprimentos bem integrada através da coordenação, monitoramento e controle de processos e a remoção de barreiras de comunicação, permite a incorporação de fornecedores e clientes em uma rede de valor coesa (HUANG *et al.*, 2020).

Christopher (2011), reforça que o valor do serviço está na disponibilidade do produto/serviço ao cliente no tempo e lugar desejado.

Huang *et al.* (2020) e Sun *et al.* (2020) esclarecem que “o valor não está embutido nas ofertas dos fornecedores, mas é produzido e cocriado pelas atividades conjuntas entre compradores e fornecedores em uma cadeia de suprimentos.” [tradução nossa]. Considerando a economia digital, Souza *et al.* (2018), argumentam que dados são gerados das atividades de consumo, caracterizados por baixa especificidade e, ainda, estão associados as interações tácitas devido a necessidade de alto nível de relações, para buscar soluções e atendimento a demanda; sendo tais dados transformados, a partir de tecnologias que promovem as ações em rede, contribuindo para melhorar as relações e gerando valor para a cadeia.

Assim, disponibilidade é um conceito complexo que envolve a estruturação do ecossistema da cadeia de suprimentos para atender o mercado, e pode ser mensurada por indicadores de eficiência operacional. Em termos gerais, a eficiência operacional tem sido analisada pela relação custo-benefício, ou seja, compreende-se por ‘custo’ todo esforço realizado pela empresa para produzir e disponibilizar o produto ao mercado, e por ‘benefício’ a retribuição pelo esforço. Neste contexto, Schmidt e Wagner (2019) argumentam que a eficiência operacional otimiza os recursos contribuindo para amenizar os efeitos da variação de mercado, consequentemente, mitigando as incertezas.

De acordo com Silva e Brito (2013), a incerteza gerada por uma das partes na transação condiciona ao comportamento oportunista, dificultando a previsão das condições futuras do ambiente. Ainda segundo os autores, o comportamento oportunista ocorre devido a contratos incompletos resultantes da racionalidade limitada dos transacionistas.

Em negociações éticas empresariais nenhuma das partes se sente confortável quando as condições de negociação e/ou ambiente geram mais vantagens ou desvantagens para uma das partes, estabelecendo uma relação de interesse unilateral e desconfiança. Diversos são os escândalos de suborno e corrupção no meio empresarial.

A pesquisa realizada pela Kroll sobre as áreas de maior risco de suborno e corrupção, constatou que, em termos gerais, a falta de visibilidade sobre terceiros (fornecedores, clientes e distribuidores) foi apontada por 46% dos entrevistados, seguido por falta de manutenção de registros internos (31%) e ações dos funcionários (23%) (KROLL, 2021). De acordo com Kroll (2021), “a falta de visibilidade sobre terceiros é considerada um risco ainda maior em economias mais desenvolvidas, como Canadá (56%), EUA (53%) e Reino Unido (49%) – mercados cada vez mais dependentes de complexas cadeias de suprimentos internacionais.”

A imutabilidade do registro no ecossistema *blockchain* combinado com a segurança de criptografia cria uma nova forma de “confiança” baseada na transparência e rastreabilidade (TREIBLMAIER, 2018). Ainda de acordo com o autor, a cadeia de suprimentos precisa acompanhar as mudanças de perfil dos clientes e identificar os novos fatores que agregam valor aos seus produtos/serviços.

Neste contexto, a utilização de contratos inteligentes por meio da *blockchain* proporciona a transparências nas relações, reduzindo o comportamento oportunista e custos de transação. De acordo com Treiblmaier (2018), “contratos inteligentes são acordos entre duas mais partes contratantes, que pode ser aplicado automaticamente sem intermediários.” [tradução nossa]. Segundo Oliveira (2022), a relação entre a tecnologia *blockchain* e os *smart contracts* é indissociável, uma vez que a “*blockchain* é a ferramenta que garante a autoexecução e autoimplementação dos termos negociáveis, facilitando e acelerando as tomadas de decisão dos contratantes”.

Ainda considerando a complexidade de cadeias globais e os impactos da transformação digital, é de praxis 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 em

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.”

A literatura trata da mudança de comportamento dos consumidores e os chamam de ‘consumidores conscientes’, devido a busca por benefícios nos produtos adquiridos e que não se reflita somente no preço (COLE; STEVENSON; AITKEN, 2019). Quais as palavras-chave movem os clientes/consumidores na aquisição de um bem/serviço de uma determinada empresa? Qualidade, sustentabilidade, inovação, responsabilidade social, práticas anticorrupção, preço ou a internet do valor? O valor é mensurado a partir da diferença entre os benefícios percebidos pelo cliente e o custo total incorridos na transação (CHRISTOPHER, 2011). Ainda de acordo com o autor, uma empresa se destaca em relação a outra no mercado pela capacidade de entregar mais valor ao cliente, chamando essa capacidade de vantagem competitiva.

A vantagem competitiva tecnológica da empresa deve considerar os aspectos da renovação estratégica associada ao alinhamento do uso de tecnologias, inovação e sustentabilidade dos processos, agregando valores aos negócios. A complexidade do termo “valor” carrega uma diversidade de compreensão em diferentes campos, assim, o valor pode ter apresentar diversos significados desde ‘bem/valor monetário’, ‘valor cultural do indivíduo’, ‘o valor de um produto/serviço também pode ser interpretado com base na disposição de pagamento do consumidor’, ‘reorientação do termo de valor-agregado para valores-agregados dado a abrangência do termo’ (CLARK *et al.*, 2021).

Da mesma forma, pode-se questionar qual o custo de produção e de transação a empresa tem para atender as demandas dos clientes? Os custos das transações comerciais estão relacionados às incertezas do ambiente e do comportamento das pessoas envolvidas, da frequência das transações e, também, da especificidade do bem/serviço (SCHMIDT; WAGNER, 2019), sendo recomendado pelos autores a governança da estrutura e custos, devido o oportunismo e a racionalidade limitada.

3.2 Blockchain e as tecnologias disruptivas

O advento da internet foi considerando 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 tecnologia *blockchain* está presente e vem sendo aplicada em diversos setores da economia. 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.

Apesar da *blockchain* não ser um conceito recente, ainda é bastante incipiente o seu uso nas operações e cadeias de suprimentos (COLE; STEVENSON; AITKEN, 2019). Na pesquisa realizada por 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 2. A transparência das transações e operações empresariais asseguram a conduta ética e garantem as práticas de *compliance* nas organizações.

Quadro 2 - Atributos aplicados ao conceito *blockchain*

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.

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; STEVENSON; AITKEN, 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).

A perspectiva é que aplicação de *blockchain*, devido os atributos que a envolve, permita maior visibilidade entre as negociações e operações e torne as transações mais eficientes e aumente o nível de confiança entre as partes, prevenindo práticas de fraudes e redução de 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. O Quadro 3 apresenta um resumo das diversas aplicações da *blockchain* realizada por 12 empresas.

Quadro 3 - Diversidade na aplicação da tecnologia *blockchain* [continua...]

Empresas	Ano	Plataforma de <i>blockchain</i>	Aplicação
Adobe (EUA)	2021	Ethereum	Lançamento do Content Attribution, utilizado para proteger os trabalhos de artistas contra fraudes.
Allianz (Alemanha)	-	Hyperledger Fabric, Corda	Utilizado para simplificar registros de sinistros de automóveis transfronteiriços na Europa, e já contribuiu com redução do tempo de processamento e 10% dos custos.
Ant Group (China)	2020	AntChain	Criou o aplicativo Trusple, para conectar compradores internacionais de produtos e componentes, contribuindo para a simplificação de impostos, alfândegas e frete, e permitiu que os bancos concluam o pagamento instantaneamente, reduzindo os custos de auditoria e o risco de inadimplência.
Anthem (EUA)	-	Hyperledger Fabric	Aceleração de processo administrativo, determinando qual a seguradora principal do sinistro. Por meio de um livro-razão compartilhado com a Health Care Service Corporation, a operação que levava meses passou para minutos ou horas.
Aon (Irlanda)	2021	Corda	No processo de cobrança de seguros, evitando cancelamentos indevidos com a utilização de um livro-razão de <i>blockchain</i> imutável.
Maersk (Dinamarca)	-	TradeLens, Hyperledger Fabric	Redução do tempo e a burocracia do rastreamento de contêineres enquanto são transportados pelos portos marítimos globais
Baidu (China)	2021	XuperChain	Rastreamento da cadeia de suprimentos de fibras sintéticas usadas para fazer roupas no centro industrial têxtil. Com isso, contribuiu com a redução do consumo de energia da cadeia de suprimentos em 17% e se estima remover 15.000 toneladas de dióxido de carbono do meio ambiente a cada ano.

Fonte: Adaptado de Forbes Money (2022)

Quadro 3 - Diversidade na aplicação da tecnologia *blockchain* [conclusão...]

BHP (Austrália)	2020	MineHub, Hyperledger Fabric	Realizou o primeiro carregamento “sem papel” de minério de ferro australiano para a China. Assim, os documentos e dados de emissões do comércio de cobre para a China foram concentrados em sua plataforma <i>blockchain</i> MineHub. A BHP planeja aplicar a <i>blockchain</i> para garantir que a borracha dos pneus de caminhões seja produzida sem trabalho escravo ou desmatamento ilegal.
Renault (França)	2022	Hyperledger Fabric	Lançamento da plataforma <i>blockchain</i> Xceed, para rastrear peças de automóveis utilizadas na fabricação de seus veículos em toda a Europa. Estimou-se a redução de falhas, para atender os requisitos técnicos dos órgãos reguladores.
Grupo Samsung (Coreia do Sul)	2020	Nexledger	Para facilitar a solicitação de empréstimos governamentais de pequenas e médias empresas. A plataforma utilizada reduz a burocracia, o tempo de processamento passou para 12 dias e alcançou uma economia de aproximadamente 13.000 h/trabalho/ano
Visa (EUA)	2020	Bitcoin Ethereum	Para facilitar e fomentar o uso de moeda digital através de cartões vinculados aos ativos digitais.
Walmart (EUA)	2021	Hyperledger Fabric, Walmart <i>Blockchain</i>	Para rastrear itens no ponto de venda, buscando identificar e descartar itens contaminados mais rapidamente e garantir a segurança alimentar, bem como tornar a cadeia de alimentos mais visível aos compradores.

Fonte: Adaptado de 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, promover a comunicação para a disseminação e compartilhamento de informações, torná-las mais acessível por meio de proximidade, trocas frequentes e interdependências colaborativas (TORTORELLA; GIGLIO; VAN DUN, 2019). Ainda a tecnologia pode levar a uma melhor integração das atividades logísticas e moderar o relacionamento estratégico entre comprador-fornecedor (PAULRAJ; CHEN, 2007).

Entretanto, Treiblmaier (2018) evidenciou que apesar da discussão ainda incipiente e a falta de pesquisas sobre o tema, muitas empresas tem investimento grandes volumes de dinheiro em *blockchain* na expectativa de soluções para revolucionar a cadeia de suprimentos. O que tornar uma preocupação para os negócios já que a tecnologia *blockchain* passa a ser um ambiente incerto. Além disso, apesar das diversas vantagens que a tecnologia *blockchain* 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, 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.

3.3 Ecossistema da cadeia de suprimentos

O mercado de produtos e serviços é abastecido por cadeias de suprimentos, empresas que se relacionam para atender as expectativas dos consumidores. A cadeia de suprimentos tradicional inclui empresas fornecedoras, de transformação, distribuição, varejo e consumidores, conectadas por processos logísticos (OHLER; PIZZOL, 2020).

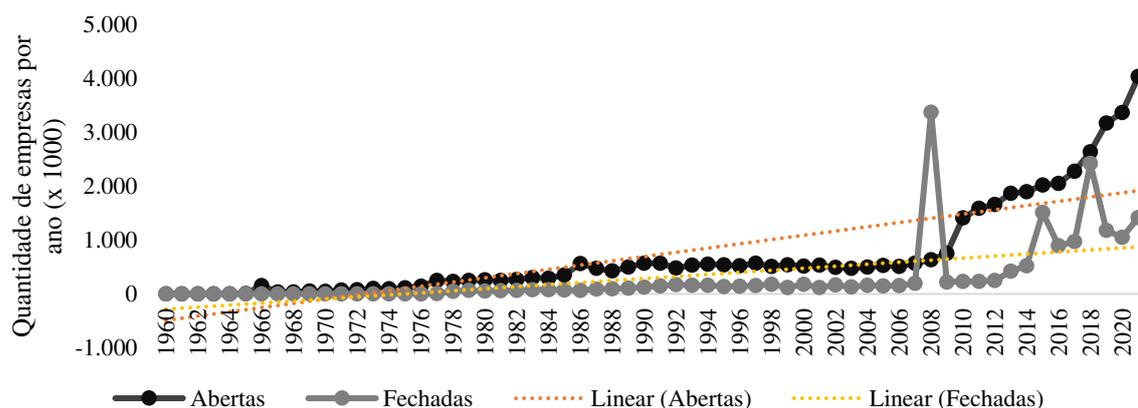
Contudo, sobreviver em mercado global, dinâmico e altamente competitivo requer a colaboração entre empresas. Atualmente, as empresas têm muitas demandas externas e internas para atender desde a busca pela tradicional redução de custos de produção e operação até a transformação em negócios digitais, com o uso das tecnologias disruptivas. A *blockchain* pode ser a chave para a conquista da vantagem competitiva e contribuir para os avanços dos negócios para uma nova realidade, que irá requerer uma postura inovadora e uma cultural na rede.

A vantagem competitiva da cadeia de suprimentos tradicional era vista pela corrida pela “posição de superioridade duradoura sobre concorrentes (...) por meio de uma melhor gestão da logística e da cadeia de suprimentos” (CHRISTOPHER, 2011), na nova realidade, a empresa deverá pensar em melhor gestão do ecossistema da cadeia de suprimentos, baseada em capacidades dinâmicas e inovadoras.

Analisando a série histórica de aberturas e fechamento de empresas nacionais de 1960 até 2021 (Figura 1), observa que até 2008 o crescimento de abertura de empresas nacionais por ano apresentava altos e baixos, mas não ultrapassavam a casa de um milhão, entretanto, o fechamento ultrapassou a casa dos três milhões de empresas (EMPRESAS & NEGÓCIOS, 2022). Os estudos de Lima e Deus (2013), sobre os efeitos da ‘crise de 2008’ na economia brasileira, abordou dentre os diversos impactos, a desvalorização do câmbio que provocou a desestabilização da economia nacional, afetando negativamente as empresas produtivas e exportadoras que precisaram recorrer a estratégias não favoráveis para sobreviver ao período.

Os dados da série histórica Empresas & Negócios (2022), mostram que nos últimos 12 anos a abertura de empresas nacionais apresentaram a variação média de crescimento de 16,68%, mínima de 1,38% (2016) e máxima de 87,76% (2010), e com relação ao fechamento a variação média foi de 32,05%, mínima de 1,21% (2011) e máxima de 190,46% (2015). É visível a mudança no comportamento do número de empresas abertas e fechadas na última década, possivelmente pelos impactos de economia global e digital.

Figura 1 – Quantidade de aberturas e fechamento de empresas nacionais por ano.



Fonte: Adaptado de Empresas & Negócios (2022)

Das 19,62 milhões de empresas nacionais ativas, 5,41% correspondem a atividade econômica de comércio varejista de artigos do vestuário e acessórios, 4,08% de cabeleireiros, manicure e pedicure, dentre outras atividades como promoção de vendas, obra de alvenaria, comércio varejista com predominância de produtos alimentícios, lanchonetes e restaurantes etc. Já a participação das empresas de fabricação, comércio de equipamentos e serviços de informática, serviços de internet, telefonia e comunicação juntas representam 2,24% do total de empresas ativas no país (EMPRESAS & NEGÓCIOS, 2022).

As empresas são afetadas diretamente e indiretamente pelas políticas econômicas do país e pela econômica global. Provavelmente, nunca se deu tanto crédito a frase “o simples bater de asas de uma borboleta o Brasil pode ocasionar um tornado no Texas”, utilizada pela Edward Lorenz em 1969, tem sido uma metáfora para representar o comportamento de sistemas caóticos (OLIVEIRA, 2020). Em duas décadas o planeta passou por uma crise financeira, o caso *subprime* (LIMA; DEUS, 2013), mais recente a pandemia COVID-19, que afetou o sistema de saúde e a economia global. Cenários de economia incertos levam as empresas repensarem seus planos de investimento e expansão, mudança de negócios e análise minuciosa de novas tendências, para a melhor tomada de decisão.

A busca por parceiros estratégicos e formação de alianças para reinventar e inovar negócios são comuns na atualidade. Christopher alertou sobre a ruptura da forma tradicional de gestão da cadeia de suprimentos para uma ideia ampla de gerenciar, coordenar e focar na criação de valor, chamando de ‘orquestração da cadeia de suprimentos’ (CHRISTOPHER, 2011). Essa ideia está diretamente ligada ao conceito mais recente que trata do ecossistema da cadeia. De acordo com Jacobides *et al.* (2018), ecossistema refere-se a interação existente entre um grupo de empresas que dependem das atividades uma das outras para sobreviverem num ambiente competitivo, incerto e volátil.

O conceito tem se tornado mais difundido com a transformação digital que ficou mais evidente recentemente devido a pandemia Covid-19, o que levou muitas empresas a repensarem seus negócios e formas diversificadas de ofertar produtos e serviços (WARNER; WÄGER, 2019). Como exemplo, cita-se a formação dos grandes *marketplaces* e as relações de *e-commerce* que tem crescido, impulsionado pelos grandes representantes do setor de tecnologia e inovação FAANG (Facebook, Amazon, Apple, Netflix e Google). Já é comum a venda de produtos/serviços por aplicativos, plataformas digitais, redes sociais e canais de comunicação.

Entre as tecnologias disruptivas atuais, a *blockchain* tem ganhado destaque nos estudos sobre a transparência no ecossistema de cadeia de suprimentos. Em exemplo, observa-se a complexidade da cadeia de alimentos e a falta de conexão entre os elos (*stakeholders*) (OHLER; PIZZOL, 2020), assim, o uso de *blockchain* poderá auxiliar no mapeamento dos processos

gerenciais, a partir do acesso das informações, além do compartilhamento da responsabilidade e promover a rastreabilidade dos alimentos, contribuindo positivamente para uma cadeia de alimentos mais transparente (MENON; JAIN, 2021; BUMBLAUSKAS *et al.*, 2020).

Entre os diversos objetivos existentes do ecossistema da cadeia de suprimentos, como a inovação, sustentabilidade, transparência, os custos de transação focam na análise holística para minimizar os custos totais das incertezas e riscos existentes entre as relações comerciais (SCHMIDT; WAGNER, 2019; PWC, 2020). Tradicionalmente, a relação entre membros da cadeia de suprimentos é constatada pela existência de contratos de fornecimento e/ou prestação de serviço. Entretanto, essa relação tradicional nem sempre reflete uma negociação colaborativa em que todos se beneficiam.

Ao longo da história, as relações comerciais passaram de informais para formal, ou seja, do verbal para o documento escrito, contendo direitos e obrigações das partes envolvidas. Os contratos formais (tradicionais) foram se adaptando as necessidades do mercado. Com os avanços tecnológicos, tem-se o surgimento dos contratos inteligentes [*smart contract*], que se ajustam as condições (termos) e ao tempo, de forma autoexecutável e autogerido, sem a intervenção de terceiros (OLIVEIRA, 2022).

Dessa forma, os contratos inteligentes buscam por meio do uso da tecnologia auxiliar as partes na negociação e no gerenciamento dos contratos com cláusulas condicionais que reflitam a realidade e que se ajustem no tempo, de forma a garantir benefícios mútuos entre parceiros, além da redução dos custos no gerenciamento desses contratos (KARAKAS *et al.*, 2021). Considerando que as empresas atuando em ecossistemas reduzem as incertezas e riscos das relações existentes com o mercado, conseqüentemente, reduzem os custos de transação.

4. DISCUSSÃO

4.1 A formalização de negociação na era digital

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. A tecnologia *blockchain* promete e já apresenta rupturas marcantes nas negociações entre empresas por meio dos *smart contracts*, contribuindo com diversos segmentos de mercado como apresentado no Quadro 2.

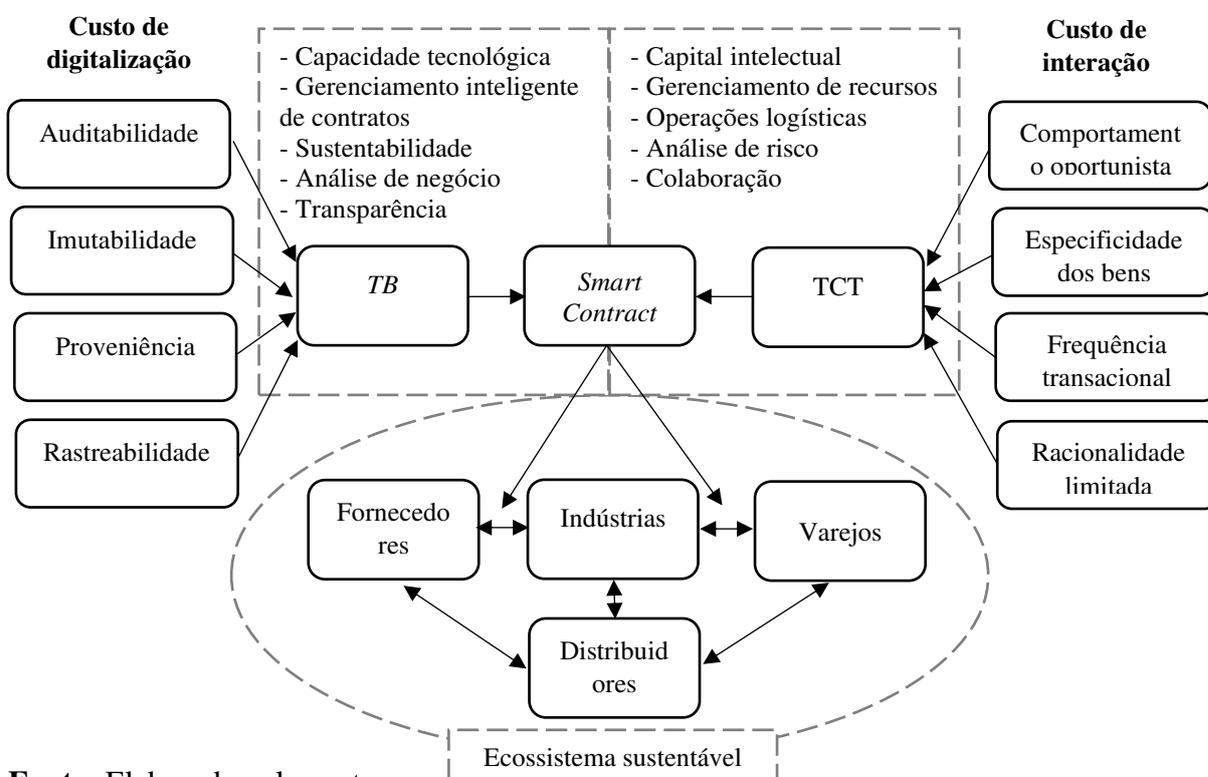
A busca por transparência nas relações e processos do ecossistema da cadeia de suprimentos, promovendo a credibilidade e aumento de confiança, além de redução dos custos de transação são alguns dos benefícios que as empresas vislumbram e caminham nos avanços das aplicações de *blockchain* em diversos 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.

Sem dúvidas, a contribuição da internet para os negócios empresariais foi gigantesca. Observando a linha do tempo dos avanços tecnológicos e seus impactos no ambiente empresarial, como já citados na revisão de literatura, as 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.

Entretanto, o processo de adaptação e a transição de ‘negócios físicos’ por ‘digitais’ vem crescendo paulatinamente, devido à falta de conhecimento e insegurança em seu uso. Nos últimos dois anos, dado o contexto da pandemia COVID-19, houve uma aceleração digital, mudança de paradigma e adequação dos negócios, para atender novas demandas (SILVA *et al.*, 2021). Portanto, a adoção do *e-commerce* por muitas empresas nacionais foi mais por necessidade de sobrevivência do que uma estratégia do negócio. Silva *et al.* (2021), evidenciam que devido a globalização associada a facilidade de acesso às plataformas digitais, possibilitou o crescimento de aquisição de produtos importados. Como visto na revisão de literatura, a TCT tradicional não considera os aspectos dinâmicos da era digital e custos de interação e digitalização (PESSALI; GARCÍA FERNÁNDEZ, 2001; SOUZA *et al.*, 2018).

A ruptura de constructos tradicionais só ocorre após a quebra de velhos paradigmas; logo, a ruptura no modelo tradicional das relações empresariais está na formalização inovadora dos contratos de colaboração. O contrato de colaboração entre empresas deve ser moldado em soluções que atendam às necessidades das partes em determinadas condições; assim, a dinâmica dos termos dos contratos devem ser a base da negociação. Conforme explorado por Oliveira (2022), os modelos tradicionais de negociação, muitas vezes, apresentam custos complexos relacionados a avaliação e aplicação de termos contratuais. Assim, a aplicação de contratos inteligentes para formalizar e gerenciar as relações entre os membros do ecossistema da cadeia de suprimentos, pode contribuir positivamente com ganhos mútuos, quando relacionados os benefícios da tecnologia *blockchain* e as dimensões da Teoria dos Custos de Transação, observando as capacidades empresariais, Figura 2.

Figura 2 – Fatores estratégicos para aplicação de *blockchain*



Fonte: Elaborado pelos autores

Conforme Figura 2, a relação entre empresas formalizadas e gerenciadas por contrato inteligentes, compreendendo os elementos da tecnologia *blockchain* e TCT, assim como, a estrutura necessária do ecossistema da cadeia de suprimentos para garantir a colaboração e a transparência das negociações. Como visto, a literatura apresenta diversos benefícios com o uso

da tecnologia *blockchain*, entretanto, percebe-se que a implementação de *blockchain* é um dos desafios para as empresas, devido à falta de prontidão organizacional ou de especialização técnica/infraestruturas, ou ainda, limitação dos recursos financeiros, entre outros aspectos (MIN, 2019). É evidente que o ecossistema da cadeia de suprimentos gerenciadas por tecnologias como a *blockchain* será favorecida pela redução da incerteza do ambiente interno, devido a transparência nas relações entre membros, contudo, aumentará a incerteza externa do ambiente global da plataforma *blockchain*, quanto a descentralização da informação e o gerenciamento das transações, além da falta de regulamentação e das questões de sustentabilidade na manutenção da tecnologia.

A exigência do mercado consumidor por ecossistemas mais transparentes em seus processos e operações e o mercado transfronteiriço associado a transformação digital levam o nível de concorrência para o ambiente de global e altamente tecnológico (KRAMER; BITSCH; HANF, 2021). O relatório da (PWC, 2020), apresentou os elementos de transformação necessários para a organização de um ecossistema de cadeias de suprimentos conectadas e autônomas, tais como: 1) configuração de equipes multifuncionais; 2) estímulo para o ambiente de autoaprendizagem e melhoria contínua por meio da capacitação digital; 3) estabelecimento de estrutura tecnológica e incorporação de análises avançadas e de TI, permitindo transformações por negócios; e 4) estabelecimento de novos modelos de colaboração, e impulsionando a inovação da cadeia.

Observando os elementos citados pelo relatório, percebe-se a importância da capacidade tecnológica e de inovação para a formação de um ecossistema de cadeia de suprimentos inteligente e consciente (PWC, 2020). Dessa forma, defende a ideia de que a aplicação da tecnologia *blockchain* é o caminho para a formação de um ecossistema consciente, transparente e sustentável quando alinhado estrategicamente com os objetivos de mercado da empresa e, principalmente, considerando as capacidades empresariais, conforme fatores compilados neste estudo e apresentados na Figura 2, sendo as relações formalizadas e gerenciadas por contratos inteligentes.

A capacidade tecnológica da empresa está relacionada primordialmente a agilidade dos processos e o nível de inovação que a empresa deseja alcançar e se manter frente aos seus concorrentes. Quando trabalhado em cadeia de suprimentos, também, considera a capacidade tecnológica dos demais atores da cadeia. Para tanto, a empresa deve conhecer bem o seu negócio e mercado de atuação. Por outro lado, evidencia o capital intelectual como premissa básica para busca por excelências nas práticas empresariais, gerenciamento dos recursos (humano, materiais e financeiros), operações logísticas e análise e tomada de decisão, mitigação de riscos em negócios e postura colaborativa em relação aos parceiros, para redução dos custos totais das suas transações comerciais.

Em termos gerais, os fatores necessários para vantagem competitiva tecnológica do ecossistema da cadeia de suprimentos estão baseados em tecnologia disruptiva, neste estudo a *blockchain*, e a Teoria dos Custos de Transação. Os contratos inteligentes aplicados como mecanismo de formalização das relações de parcerias contribuindo para ganho de tempo na tomada de decisão e, conseqüentemente, redução de custos em seu gerenciamento (KRAMER; BITSCH; HANF, 2021).

5. CONTRIBUIÇÃO

A revisão de literatura permitiu levantar diversos benefícios que a tecnologia *blockchain* pode proporcionar para o ecossistema da cadeia de suprimentos, principalmente, quando se busca por vantagem competitiva seja por estratégia de custos ou valor. Ainda foi possível apresentar as atuais aplicações da tecnologia *blockchain* nos diversos seguimentos e a

percepção da redução de custos pelas empresas, e contribuições para ambientes empresariais mais ético com processos e relações transparentes.

A busca pela transparência passa a ser a chave para aplicação do *blockchain*, pois quando se analisa a Teoria dos Custos de Transação na era digital, nota-se que sua maior contribuição é reduzir o comportamento oportunista e, conseqüentemente, aumentar o nível de confiança entre parceiros nas negociações, por meio de contratos inteligentes que pode beneficiar ambas as partes, além de auxiliar no processo de tomada de decisão (racionalidade limitada), devido ao sistema de acesso à informação.

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. Por isso, há uma certa crítica sobre os altos investimentos que as empresas têm realizado na aplicação da tecnologia. 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 do ecossistema da cadeia de suprimentos de forma geral. Assim, a principal contribuição desde estudo está na compilação de fatores estratégicos para aplicação de *blockchain*; e na evidência, baseada na literatura, que a utilização de contratos inteligente no gerenciamento das relações pode otimizar os custos envolvidos e contribuir para a Teoria dos Custo de Transação e, ainda, permitir avanços tecnológicos com automatização de processos, contribuindo para um ecossistema da cadeia de suprimentos mais transparente, sustentável e competitivo.

Como estudo futuro, sugere-se a investigação empírica dos fatores compilados e apresentados na Figura 2, pela perspectiva dos impactos da tecnologia *blockchain* para a vantagem competitiva na era digital.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BUMBLAUSKAS, D. et al. A blockchain use case in food distribution: Do you know where your food has been? **International Journal of Information Management**, v. 52, p. 102008, 1 jun. 2020.

CHRISTOPHER, M. **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos: criando redes que agregam valor**. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

CLARK, J. K. et al. A contemporary concept of the value(s)-added food and agriculture sector and rural development. **COMMUNITY DEVELOPMENT**, v. 52, n. 2, p. 186–204, 2021.

COLE, R.; STEVENSON, M.; AITKEN, J. Blockchain technology: implications for operations and supply chain management. **Supply Chain Management**, v. 24, n. 4, p. 469–483, 11 jun. 2019.

DA SILVA, A. A.; BRITO, E. P. Z. Incerteza, racionalidade limitada e comportamento oportunista: um estudo na indústria brasileira. **RAM. Revista de Administração Mackenzie**, v. 14, n. 1, p. 176–201, 2013.

EMPRESAS & NEGÓCIOS. **Painel Mapa de Empresas — Português (Brasil)**. Disponível em: <<https://www.gov.br/empresas-e-negocios/pt-br/mapa-de-empresas/painel-mapa-de-empresas>>. Acesso em: 15 jul. 2022.

FORBES MONEY. **Forbes Top 50 Blockchain: conheça as empresas bilionárias.** Disponível em: <<https://forbes.com.br/forbes-money/2022/02/forbes-top-50-blockchain-conheca-as-empresas-bilionarias-que-utilizam-a-tecnologia/>>. Acesso em: 17 jul. 2022.

HUANG, M. C.; KANG, M. P.; CHIANG, J. K. Can a supplier benefit from investing in transaction-specific investments? A multilevel model of the value co-creation ecosystem perspective. **Supply Chain Management**, v. 25, n. 6, p. 773–787, 20 ago. 2020.

JACOBIDES, M. G.; CENNAMO, C.; GAWER, A. Towards a theory of ecosystems. **Strategic Management Journal**, v. 39, n. 8, p. 2255–2276, 1 ago. 2018.

KARAKAS, S.; ACAR, A. Z.; KUCUKALTAN, B. Blockchain adoption in logistics and supply chain: a literature review and research agenda. **International Journal of Production Research**, 2021.

KRAMER, M. P.; BITSCH, L.; HANF, J. Blockchain and Its Impacts on Agri-Food Supply Chain Network Management. **Sustainability 2021, Vol. 13, Page 2168**, v. 13, n. 4, p. 2168, 18 fev. 2021.

KROLL. **Global Fraud and Risk Report 2021 – Research Summary: Bribery and Corruption Risk.** Disponível em: <<https://www.kroll.com/en/insights/publications/global-fraud-and-risk-report-2021/research-summary-bribery-and-corruption>>. Acesso em: 16 jul. 2022.

KROLL. **Global Fraud and Risk Report - Volume 2.** Disponível em: <<https://www.kroll.com/en/insights/publications/global-fraud-and-risk-report-2021-volume-2>>. Acesso em: 16 jul. 2022.

LIMA, T. D.; DEUS, L. N. A crise de 2008 e seus efeitos na economia brasileira. **Revista Cadernos de Economia**, v. 17, n. 32, p. 52–65, 2013.

LIN, W. et al. Blockchain Technology in Current Agricultural Systems: From Techniques to Applications. **IEEE Access**, v. 8, p. 143920–143937, 2020.

MENON, S.; JAIN, K. Blockchain Technology for Transparency in Agri-Food Supply Chain: Use Cases, Limitations, and Future Directions. **IEEE Transactions on Engineering Management**, 2021.

MIN, H. Blockchain technology for enhancing supply chain resilience. **Business Horizons**, v. 62, n. 1, p. 35–45, 2019.

OHLER, S. K.; PIZZOL, M. Technology assessment of blockchain-based technologies in the food supply chain. **Journal of Cleaner Production**, v. 269, n. 122193, 2020.

OLIVEIRA, P. C. **O Efeito Borboleta.** Disponível em: <<https://www3.unicentro.br/petfisica/2020/06/25/o-efeito-borboleta/>>. Acesso em: 24 jul. 2022.

OLIVEIRA, T. B. L. A economia dos custos de transação e o novo modelo proposto pelos smart

contracts. **RJLB**, v. 8, n. 3, p. 1651–1679, 2022.

PAULRAJ, A.; CHEN, I. J. Strategic Buyer–Supplier Relationships, Information Technology and External Logistics Integration. **Journal of Supply Chain Management**, v. 43, n. 2, p. 2–14, 1 abr. 2007.

PESSALI, H. F.; GARCÍA FERNÁNDEZ, R. Teoria dos custos de transação e abordagens evolucionistas: análise e perspectivas de um programa de pesquisa pluralista. **Brazilian Journal of Political Economy**, v. 21, n. 2, p. 286–303, 2001.

PWC, P. **Ecosistemas de cadeias de suprimentos conectadas e autônomas 2025**, 2020. Disponível em: <<https://www.pwc.com.br>>. Acesso em: 20 de abr. 2022.

SARTO, V. H. R.; ALMEIDA, L. T. A Teoria dos Custos de Transação: uma análise a partir das críticas evolucionistas. **Angewandte Chemie International Edition**, 6(11), 951–952., v. 2, n. 1, p. 1–25, 2015.

SCHMIDT, C. G.; WAGNER, S. M. Blockchain and supply chain relations: A transaction cost theory perspective. **Journal of Purchasing and Supply Management**, v. 25, n. 4, p. 100552, 1 out. 2019.

SILVA, A. C. et al. Panorama do e-commerce e a logística expressa durante a pandemia de Covid-19. *In: VII Congresso Internacional de Logística e Operações. Anais...Suzano: 2021*

SOUZA, T. A. et al. Custos de transação em uma economia digital: uma perspectiva de interação. *In: XXI SEMEAD Seminários em Administração. Anais...2018.*

SUHAIL, S. et al. Orchestrating product provenance story: When IOTA ecosystem meets electronics supply chain space. **Computers in Industry**, v. 123, p. 103334, 1 dez. 2020.

SUN, L.; SU, B.; WANG, Q. Marine Agriculture Development and Management from the Perspective of Supply Chain and Transaction Costs. **Journal of Coastal Research**, v. 112, n. sp1, p. 237–239, 4 nov. 2020.

TORTORELLA, G. L.; GIGLIO, R.; VAN DUN, D. H. 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**, v. 39, p. 860–886, 20 nov. 2019.

TREIBLMAIER, H. The impact of the blockchain on the supply chain: a theory-based research framework and a call for action. **Supply Chain Management**, v. 23, n. 6, p. 545–559, 13 nov. 2018.

WARNER, K. S. R.; WÄGER, M. Building dynamic capabilities for digital transformation: An ongoing process of strategic renewal. **Long Range Planning**, v. 52, n. 3, p. 326–349, 2019.

WILLIAMSON, O. E. **The economic institutions of capitalism: Firms, markets, relational contracting**. Chengcheng Books Ltda, 1985.