


A INFLUÊNCIA DO CONTRATO INTELIGENTE NA RELAÇÃO ENTRE ECOSSISTEMA LOGÍSTICO E DESEMPENHO LOGÍSTICO EM CONTEXTO DE CUSTO DE TRANSAÇÃO

Osvaldo Alencar Billig

Bacharel em Administração pela Universidade de Passo Fundo (UPF), pós-graduado – MBA em Logística Empresarial pela Fundação Getúlio Vargas (FGV), mestre em Administração pela Universidade de Caxias do Sul (UCS) e doutor em Administração de Empresas pela Universidade Presbiteriana Mackenzie (UPM). Professor do Centro Universitário Dinâmica das Cataratas (UDC).


E-mail: probillig@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-4166-9232>

Gilberto Perez

Mestre e doutor em Administração pela Universidade de São Paulo (USP), pós-doutorado em Administração pela Universidade do Minho e livre-docente de Administração de Empresas pela USP. Professor adjunto I da Universidade Presbiteriana Mackenzie (UPM), atuando nos programas de pós-graduação *stricto sensu*: Administração de Empresas (PPGA) e Mestrado Profissional em Administração do Desenvolvimento de Negócios (MPADN).

E-mail: gperez@mackenzie.br

 <https://orcid.org/0000-0002-6624-0643>



Este artigo está licenciado com uma Licença Creative Commons - Atribuição-NãoComercial 4.0 Internacional

Como citar este artigo: Billig, O. A., & Perez, G. (2025). A influência do contrato inteligente na relação entre ecossistema logístico e desempenho logístico em contexto de custo de transação. *Revista de Economia Mackenzie*, 22(2), 206-240. doi: 10.5935/1808-2785/rem.v22n2p.206-240

Recebido em: 2 de maio de 2025

Aprovado em: 9 de setembro de 2025

Resumo

Este estudo teve como objetivo examinar a influência do uso do contrato inteligente na relação entre ecossistema logístico e desempenho logístico, sob a ótica dos custos de transação. Trata-se de uma pesquisa qualitativa exploratória e descritiva em que foram entrevistados dez gestores de organizações de transportes rodoviário de carga, selecionados por conveniência. A coleta de dados ocorreu no primeiro semestre de 2024. Os resultados apontaram para um cenário de fragilidade no que se refere ao conhecimento sobre *smart contract* e suas questões tecnológicas. Constatou-se que alguns gestores, mesmo usando tecnologias de gerenciamento da empresa, mantêm o uso de indicadores basilares. Em relação aos custos de transação, os entrevistados têm a compreensão da necessidade de maior controle, mas mencionam a dificuldade de identificar esses custos. O desempenho logístico é preocupação dos gestores, mas com tímidos indicadores e processos não muito claros.

Palavras-chave: Blockchain na logística; custos de transação; desempenho logístico; ecossistema logístico; *smart contract*.

Classificação JEL: R400.

INTRODUÇÃO

Os ambientes competitivos condicionam as organizações a uma incessante necessidade de agregar valor aos produtos ou serviços, o que está além dos processos produtivos e sim no alinhamento dos processos logísticos, bem como no ecossistema logístico como um todo. Ao mesmo tempo que a economia mundial paulatinamente está conectada, ela aumenta a competitividade não só das empresas, mas também dos países, que cada vez mais reconhecem a importância da logística no comércio mundial (Hausman et al. 2013).

Nesse cenário, Dubey et al. (2019) evidenciam que as organizações bem-sucedidas estão contempladas em cadeias logísticas com características de ágeis respostas às mudanças repentinas e inesperadas no mercado em que atuam. Assim, o gerenciamento do ecossistema logístico se tornou popular entre as organizações como fonte de vantagem competitiva (Lee, 2002). Ademais, deve-se destacar que os gestores tomadores de decisão precisam considerar a estrutura ao formularem suas estratégias para que possam alcançar vantagens competitivas (Al-Surmi et al., 2022).

No contexto geral dos processos logísticos, o modal rodoviário assume a maior representatividade como um significativo componente da cadeia logística, em especial no transporte de cargas. Em virtude de suas características, há uma propensão importante às perdas em seus processos, acarretando transtornos na celeridade, na movimentação, na confiabilidade dos clientes, no aumento dos custos e na redução dos lucros (Joo et al., 2017).

Em detrimento das limitações, das inconsistências e dos gargalos operacionais, há uma atenção especial ao momento de analisar a viabilidade econômica do transporte, e, para tanto, é fundamental uma abordagem dos custos fixos e das variáveis (Jourquin, 2019). Por meio de controles acirrados na redução sistêmica dos custos, isso pode determinar a competitividade e sustentabilidade dos produtos no ecossistema logístico (Zamora Torres & Rendón, 2013).

Diante de tais constatações, identificou-se a necessidade de mais pesquisas direcionadas ao intento deste estudo, cujo objetivo é clarificar as relações entre os constructos capacidade tecnológica e custos de transação, que possam contribuir para cancelar o uso mais eficiente das tecnologias disponíveis e os resultados esperados nas empresas – o desempenho logístico.

Isso posto, este estudo norteia-se pela seguinte questão de pesquisa:

- Como o uso do *smart contract* influencia a relação entre o ecossistema logístico e o desempenho logístico no contexto dos custos de transação?

Nesse contexto, o objetivo geral do artigo é examinar a influência do uso do contrato inteligente na relação entre o ecossistema logístico e o desempenho operacional logístico sob a ótica dos custos de transação.

Para atender ao objetivo geral, foram propostos os seguintes objetivos específicos:

- 1) Analisar a influência do ecossistema logístico no desempenho logístico.
- 2) Analisar a influência do ecossistema logístico no custo de transação.
- 3) Analisar a influência do custo de transação no desempenho logístico.

1

REFERENCIAL TEÓRICO

■ 1.1 Ecossistema logístico

Em muitos ambientes de produção, enviar mercadorias diretamente do produtor ao consumidor traz muitos problemas. Portanto, um sistema de transporte eficiente deve ser estabelecido entre produtores e consumidores. Esse sistema é tratado como cadeia logística, e o gerenciamento desta é o resultado evolutivo do gerenciamento de transportes e armazéns e é um dos fundamentos infraestruturais importantes da implementação de negócios, em muitos dos quais o principal esforço é reduzir o tempo entre o pedido do cliente e a entrega real das mercadorias, especialmente para atender ao setor industrial (Rostami et al., 2022).

A logística é cada vez mais identificada como um setor da indústria que promove o forte desenvolvimento da economia, juntamente com outros setores relevantes, como transporte e educação. Por causa de vários pontos de vista e escopos considerados, existe uma variedade de definições sobre logística (Tran-Dang et al., 2022).

Aliada ao uso eficiente da informação, torna-se essencial para coordenar fluxos, reduzir custos e aumentar a eficiência global do sistema logístico (Christopher, 2016; Ballou, 2006). Essa transformação evidencia a necessidade de uma gestão cada vez mais orientada por dados e pela conectividade entre processos, tecnologias e agentes envolvidos.

A informação ocupou um espaço mais significativo na gestão da logística moderna desde que os processos logísticos se tornaram mais complexos e dinâmicos devido à crescente competição global, produtos com mais curtos ciclos de vida, personalização em massa e qualidade mais rigorosa, exigências dos clientes (Tran-Dang et al., 2022).

Outro fator a ser considerado é que os modelos de negócios são cada vez mais baseados em plataformas, as quais permitem a participação de diferentes partes para promover o crescimento (Du, 2023). Os negócios baseados em plataformas, como redes sociais, mercados de comércio eletrônico e mecanismos de pesquisa, tornaram-se uma parte inacessível dos negócios modernos.

Ademais, a colaboração de empresas individuais é fundamental para a sobrevivência e o desenvolvimento de empresas de logística. O desafio é decidir como a organização sobreviverá e prosperará em seu ecossistema. O grau de abertura dentro dos ecossistemas é gerenciado por estratégias, objetivos comuns e interesses compartilhados (Mochalov et al., 2022)

Deve-se considerar também o surgimento de tecnologias inteligentes, que está propiciando uma transformação significativa na logística e no transporte, no que se refere às aplicações de inteligência artificial e tecnologias de ciência de dados, como aprendizado de máquina, *Big Data*, para criar consciência cognitiva de um objeto com o suporte de tecnologias de informação e comunicação, como Internet das Coisas (IoT) e *blockchain*. Atualmente, algumas aplicações de tecnologia inteligente têm demonstrado um potencial aumento da eficiência e eficácia em várias operações logísticas e sistemas de transporte (Chung, 2021).

Ao mundo dos negócios, o termo “ecossistema” é apresentado como o alinhamento do conjunto multilateral de parceiros que precisam interagir em uma estrutura centrada na atividade, em atores e no foco explícito na criação de valor (Adner, 2017).

■ 1.2 Contratos inteligentes

Contratos inteligentes (*smart contracts*) são programas de computador executados automaticamente por meio de determinados procedimentos. Os contratos inteligentes não são necessariamente baseados em *blockchain*, porém a expressão está sendo usada quase exclusivamente no contexto de contratos habilitados para *blockchain* (Ante, 2021). Contratos inteligentes são programas de computador que podem ser implantados por qualquer gestor, mas não podem ser alterados e são atualizados de forma descentralizada e mantidos como parte de um *blockchain*.

Os contratos inteligentes podem ser aplicados em diferentes contextos, nos quais sua execução pode ser acionada por usuários, eventos ou outros contratos inteligentes. Dessa forma, eles desempenham múltiplas funções dentro do

ecossistema logístico, permitindo a automação de processos e a gestão descentralizada das operações, tudo isso mantido e assegurado por meio da tecnologia *blockchain* (Fiorentino & Bartolucci, 2021).

Os contratos inteligentes podem desempenhar um papel essencial na gestão do ecossistema logístico, como a remoção dos obstáculos colocados pelo sistema tradicional baseado em contratos, introduzindo anonimato, justiça e rastreabilidade no sistema (Chang et al., 2019), a exemplo dos organismos certificadores e de normalização que podem verificar os perfis digitais de entidades e produtos (Kumar et al., 2022).

Os contratos inteligentes permitem também que as partes executem automaticamente uma obrigação desencadeada por um oráculo, ou seja, uma transação efetua outra transação. As cadeias logísticas são caracterizadas pela distribuição de todos os dados essenciais sobre as partes (ou seja, fornecedor e destinatário), mercadorias e condições de entrega nas bases de dados da cadeia. Desse modo, a venda de um produto ou a prestação de serviços pode ser incorporada como uma transação no metatexto de um contrato inteligente, que pode ser assinado criptograficamente pelo vendedor e apresenta alguns recursos ou características únicos, que, ao mesmo tempo, representam vantagens críticas em comparação com outras respectivas tecnologias de informação (Prause & Hoffmann, 2020).

Assim, os contratos inteligentes e a tecnologia *blockchain* não proporcionam apenas potenciais de redução de custos ou de otimização do fluxo de mercadorias nas cadeias de abastecimento. Pode também apoiar a integração dos processos empresariais interorganizacionais, e, portanto, a tecnologia *blockchain* tem o potencial de permitir que os processos sejam executados de forma distribuída sem a necessidade de autoridades centrais. Ou seja, essas ferramentas podem facilitar e melhorar a implementação de estruturas empresariais colaborativas para o empreendedorismo sustentável em atividades em cadeias de logística inteligentes (Philipp et al., 2019).

Em uma evolução do sistema logístico, chegou-se à logística inteligente, a qual incorpora aplicativos da indústria 4.0 com base em soluções de tecnologia de ponta (Winkelhaus & Grosse, 2020). Houve um crescimento considerável nos últimos anos das tecnologias aplicadas em toda a cadeia logística, o que contribuiu para os mais variados processos (Anand & Seetharaman, 2022), com destaque para *blockchain*, *Big Data*, *IoT*, *omnichannel*, *cloud computing* e *machine learning*.

■ 1.3 Teoria dos custos de transação

A teoria dos custos de transação (TCT) é uma teoria influente que pode explicar as relações entre as empresas (Williamson, 1993; Barringer & Harrison, 2000). Williamson (1993) identifica hierarquias e mercados como dois métodos de organização. De acordo com a TCT, a decisão de usar integração/hierarquias verticais ou mecanismos de mercado depende dos custos relativos de monitoramento que surgem da racionalidade limitada e das incertezas decorrentes do interesse próprio e do oportunismo dos parceiros (Ried et al., 2021).

A TCT representa a principal contribuição dessa escola, cujas hipóteses podem ser resumidas em três pontos fundamentais: 1. as transações e os custos a ela associados definem diferentes modos institucionais de organização das atividades econômicas; 2. a tecnologia, embora seja um importante aspecto da organização da firma, não é determinante dela; 3. as falhas de mercado são centrais à análise, o que confere importância às formas institucionais (Williamson, 1996).

Farina et al. (1997) destacam a importância dos pressupostos comportamentais de oportunismo e racionalidade limitada na análise de contratos incompletos. A racionalidade limitada leva à elaboração de contratos que não contemplam todas as contingências possíveis, resultando em futuras renegociações indesejáveis. Já o oportunismo permite que uma das partes se beneficie de forma não ética dessas renegociações, gerando perdas e prejudicando a eficiência das transações.

A TCT é uma das teorias organizacionais mais amplamente referenciadas nas pesquisas de gerenciamento de operações e da logística (Cuypers et al., 2021). Os custos de transação em cadeias logísticas podem ser reduzidos por meio do uso do *blockchain*, pois ele permite transações transparentes e válidas (Schmidt et al., 2021)

Assim, os fornecedores em cadeia de suprimentos ficam em melhor situação com a tecnologia *blockchain* devido à eliminação da assimetria de informações e dos custos de transação (Wu & Yu, 2022).

Se um demandante de serviço escolhe transacionar por meio de uma plataforma digital, isso é determinado pelos custos de transação percebidos, uma vez que as empresas enfrentam altos custos quando as transações são altamente específicas, incertas e frequentes (Li & Fang, 2022)

■ 1.4 Desempenho operacional logístico

Uma cadeia logística de alto desempenho pode obter melhores resultados e maior eficiência (Yingfei et al., 2022), e, para tanto, os gestores de logística precisam identificar oportunidades de melhoria nos processos logísticos, a fim de que possam reduzir os custos e aprimorar a qualidade do atendimento ao cliente.

Assim, a logística e o transporte desempenham cada vez mais um papel fundamental nas relações comerciais (Martí et al., 2017). O aprimoramento dos processos logísticos depende de uma compreensão clara do desempenho atual da cadeia de suprimentos, sendo fundamental medir esse desempenho para identificar e corrigir possíveis deficiências nas atividades logísticas (Yingfei et al., 2022).

O estudo de Goel et al. (2021) analisou diversos aspectos da logística, incluindo o desempenho geral e o desempenho das dimensões insumo logístico (infraestrutura) e produto logístico (pontualidade das entregas). Os resultados indicam que as melhorias no desempenho da logística da cadeia de suprimentos geram dividendos positivos para o crescimento.

O desempenho logístico tem um impacto positivo no comércio de serviços e no meio ambiente (Yingfei et al., 2022), e é considerado uma importante interface para o aumento do comércio internacional, por desempenhar um papel importante no crescimento e desenvolvimento econômico dos países (Önsel Ekici et al., 2019).

O transporte rodoviário de cargas é um sistema complexo que depende de diversos fatores e indicadores. Esses fatores envolvem não apenas o transporte em si, mas também o funcionamento integrado de terminais e armazéns (Oliveira Neto et al., 2019; Demin et al., 2021). A definição e análise adequadas desses indicadores contribuem para a estabilidade das operações, a redução de atrasos e interrupções, além de garantir a entrega pontual das mercadorias.

Por causa da globalização e de uma cadeia de suprimentos mais longa e complexa, a logística desempenha um papel crítico para o sucesso das organizações (Izadi et al., 2019), o que torna os custos de transporte elementos cruciais nos modelos macroeconômicos ou modelos de interação, tais como comércio, migração ou deslocamento (Hanssen et al., 2012).

Nesse contexto, o custo do transporte de carga se tornou um dos indicadores econômicos mais importantes da eficiência da cadeia de suprimentos

(Izadi et al., 2019), e os resultados do estudo apontaram principalmente para fatores de custos operacionais, que incluem custos fixos e variáveis, valor dos fatores temporais e fatores de custos externos.

De acordo com Oliveira Neto et al. (2019), as melhorias no desempenho operacional permitiram reduzir em 55% as avarias nos transportes e possibilitaram a redução do consumo de combustível em 12%, o que está relacionado à otimização das rotas de entrega e ao controle de aceleração e velocidade; uma redução no tempo de entrega em 22% foi associada a uma melhor rastreabilidade dos veículos e a melhorias na redução da necessidade de manutenção.

2

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa qualitativa, objeto deste estudo, é, frequentemente, uma questão complexa e multifacetada que envolve vários aspectos, como emoções, valores, motivos e relações sociais, ou seja, o foco é compreender os significados, as experiências e as percepções dos indivíduos ou grupos (Flick, 2009).

Com a pesquisa qualitativa exploratória e descritiva, procurou-se conhecer as complexidades, com base no entendimento dos gestores das empresas, das associações entre os constructos *smart contract*, ecossistema logístico, custo de transação e desempenho operacional logístico, objetivando produzir o suporte suficiente para a construção do instrumento de coleta de dados, o qual foi usado na pesquisa descritiva.

Para atender a essa fase da pesquisa, usou-se o método qualitativo por meio de questões abertas e fechadas. Para atender a esta etapa da pesquisa, foi utilizado o método qualitativo, com o emprego de questões abertas e fechadas. Como base teórica para essa escolha, adotou-se Creswell (2010), que defende o uso de métodos mistos e propõe estratégias de investigação simultâneas ou sequenciais para a coleta de dados. Essa abordagem combina informações numéricas e textuais, possibilitando a construção de um banco de dados que integra elementos qualitativos e quantitativos.

Nesta pesquisa, utilizaram-se as categorias *a priori* que, para Flick (2009), servem para tratar dos processos de codificação no contexto de análise qualitativa. O autor também menciona as categorias *a priori* como um modo de guiar a análise que são definidas antes da análise dos dados.

A pesquisa contou com dez gestores de empresas do setor de transporte rodoviário de cargas com atuação nacional e internacional, em que se priorizou o direcionamento aos cargos de diretores, gerente e/ou coordenadores, com base no critério de acessibilidade ou conveniência (Vergara, 2006). Nesse contexto, a seleção amostral é flexibilizada em sua grande maioria ao pesquisador (Malhotra, 2019) e costumeiramente é utilizada para pré-testes e validação preliminar de questionário (Aaker et al., 2004).

A coleta foi realizada por meio de formulário semiestruturado, por haver perguntas abertas seguidas de uma lista de assertivas em que o gestor participante as classificava de acordo com a sua *expertise* na atividade de transportes rodoviário de cargas. Para a tomada das informações, propõe-se uma escala Likert de cinco pontos (Engel & Schutt, 2016). O formulário foi apensado no Google Forms e endereçado aos respondentes.

A coleta de dados ocorreu entre março e maio de 2024, quando então os formulários foram apresentados aos gestores participantes em um único documento. Inicialmente os participantes da pesquisa responderam às questões objetivas e, em seguida, às questões dissertativas. Os objetivos centrais são identificar o perfil dos gestores e compreender o conhecimento sobre os pressupostos dos constructos definidos na pesquisa.

Os dados coletados com o formulário foram analisados com estatística descritiva (Creswell, 2010). Na segunda parte, utilizou-se o método qualitativo que tem em sua particularidade identificar aspectos que em alguns momentos não podem ser mensurados ou observados diretamente, constatar possíveis inconsistências metodológicos e aprimorar a visão e compreensão do contexto do problema (Malhotra, 2019; Aaker et al., 2004).

3

APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Os resultados encontrados foram analisados por meio de formulário contendo questões objetivas e dissertativas. Construíram-se as questões dissertativas a partir dos constructos propostos na pesquisa. Quanto às respostas dos dez gestores, preservou-se a forma como foram proferidas e manteve-se a integridade, sem correções de natureza gramatical.

■ 3.1 Caracterização dos participantes

Em sua totalidade, os gestores são do gênero masculino, de faixa etária diversificada – 30% informaram estar com idade entre 31 e 35 anos e os demais tendo acima de 41 anos. Destaca-se que os três gestores mais novos também são os que estão na função de coordenador na área de gerenciamento de frota. Nesse quesito, as informações demonstram a realidade de que, para alcançar os níveis de gerência e/ou diretoria, é imperativa a condição de maturidade para lograr tais funções.

Quanto ao perfil dos dez participantes da pesquisa exploratória, identificou-se que 70% ocupavam cargos de gerência ou direção, atuando majoritariamente na gestão de operações e/ou *supply chain*. Os 30% restantes eram coordenadores na área de gerenciamento de frotas. No total, os participantes apresentaram ampla experiência em atividades relacionadas à logística e transporte.

No que diz respeito à escolaridade, 70% são graduados em Administração ou áreas correlatas, e 80% dos gestores possuem pós-graduação, o que possibilita supor que os respondentes tiveram facilidade na compreensão das questões e na resposta ao questionário aplicado.

No tocante ao tempo na função, 20% dos participantes estavam na função havia dois anos ou menos, o que é coerente com a condição de eles serem os mesmos gestores que tinham apenas a graduação, 40% estavam na função havia três ou cinco anos, e os demais 40% informaram que estavam na função havia seis anos ou mais. Esse perfil permite a compreensão de que os gestores em sua maioria eram novos na função, pois 60% dos gestores tinham, no máximo, cinco anos de experiência no cargo que exerciam.

No que concerne ao tempo em que os gestores estavam na empresa, chama a atenção o fato de que apenas dois gestores responderam que o mesmo tempo na função era o mesmo que estavam na empresa, de três a cinco anos, o que se presume que foram contratados para ocupar o cargo de coordenador para o gerenciamento de frota e o outro gerente de compras/suprimentos, uma vez que, respectivamente, cada empresa existe há seis ou mais anos e há 26 ou mais anos. Nos Quadros 1 e 2, apresenta-se de forma sintetizada o perfil dos participantes da pesquisa (de P1 a P10).

- A influência do contrato inteligente na relação entre ecossistema logístico e desempenho logístico em contexto de custo de transação, Osvaldo Alencar Billig, Gilberto Perez

Quadro 1

Caracterização dos participantes (de P1 a P5)

	Participante 1	Participante 2	Participante 3	Participante 4	Participante 5
Bloco 1: Dados dos respondentes					
Gênero	Masculino	Masculino	Masculino	Masculino	Masculino
Faixa etária	De 36 a 40 anos	De 46 a 50 anos	De 51 a 55 anos	De 31 a 35 anos	De 51 a 55 anos
Função	Gerente	Diretor	Diretor	Coordenador	Gerente
Área de atividade	Gestão de operações	Gestão de operações	Gestão de operações	Gestor de frota	Supply chain
Escolaridade	Pós-graduação	Pós-graduação	Pós-graduação	Pós-graduação	Pós-graduação
Área de formação	Administração/ correlatos	Administração/ correlatos	Economia	Administração/ correlatos	Engenharia
Tempo na função	De três a cinco anos	De 11 a 15 anos	De seis a dez anos	De três a cinco anos	De seis a dez anos
Tempo na empresa	De seis a dez anos	De 16 a 20 anos	De seis a dez anos	De três a cinco anos	de 16 a 20 anos

Fonte: Elaborado pelos autores.

Quadro 2

Perfil dos participantes (de P6 a P10)

	Participante 6	Participante 7	Participante 8	Participante 9	Participante 10
Bloco 1: Dados dos respondentes					
Gênero	Masculino	Masculino	Masculino	Masculino	Masculino
Faixa etária	De 31 a 35 anos	De 36 a 40 anos	De 31 a 35 anos	De 41 a 45 anos	De 56 a 60 anos
Função	Coordenador	Gerente	Coordenador	Gerente	Diretor
Área de atividade	Gerente de frota	Gestão de operações	Gerente de frota	Compras/ suprimentos	Supply chain
Escolaridade	Superior	Pós-graduação	Superior	Pós-graduação	Pós-graduação
Área de formação	Administração/ correlatos	Administração/ correlatos	Administração/ correlatos	Engenharia	Administração/ correlatos
Tempo na função	Até dois anos	De três a cinco anos	Até dois anos	De três a cinco anos	de 16 a 20 anos
Tempo na empresa	De três a cinco anos	De 11 a 15 anos	De três a cinco anos	De três a cinco anos	21 anos ou mais

Fonte: Elaborado pelos autores.

■ 3.2 Caracterização das empresas participantes

Das empresas participantes desta pesquisa, 90% são prestadoras de serviços de transportes rodoviário de cargas com origem do capital no Brasil; apenas em uma companhia a origem do capital é multinacional. Dessas empresas, 30% têm mais de 500 colaboradores; 40%, de 51 a 99; 20%, de 100 a 499; e 10%, até 50 – justamente a companhia que se enquadra como pequena. Sobre a prestação de serviços logísticos, apenas uma empresa presta serviços internacionais, sendo a mesma que tem capital de origem multinacional.

Em relação ao tempo de existência da companhia, 20% declararam estar na faixa de seis a 15 anos; 20%, de 26 a 35 anos; 30%, de 16 a 25 anos; e 30%, com 46 anos ou mais de existência. Isso demonstra a maturidade das empresas, o que pressupõe larga experiência, domínio e competitividade no mercado em que atuam.

As características dos produtos transportados são predominantemente produtos fracionados, no caso de 50% das empresas; as demais são diversificadas entre alimentos, combustível, produtos a granel e equipamentos e/ou maquinário agrícola; e destas, 90% dos produtos transportados são sólidos e 10% são líquidos, não havendo nenhuma ocorrência para produtos gasosos.

Na pergunta sobre o uso de *smart contract* na empresa, 30% indicaram não usar, 20% usam há menos de um ano, 10% usam há dois ou três anos e 40% usam há mais de três anos. Quando se analisa o uso do *smart contract*, em um primeiro momento, fica evidenciado genericamente o pouco uso ou até mesmo o não uso. As empresas usuárias dos *smart contracts* estão há mais tempo no mercado, quatro têm mais de 500 funcionários e duas tem entre 100 e 499 funcionários. Nos Quadros 3 e 4, apresenta-se de forma sintetizada a caracterização das empresas dos participantes (de E1 a E10).

Quadro 3

Caracterização das empresas (de E1 a E5)

	Empresa 1	Empresa 2	Empresa 3	Empresa 4	Empresa 5
Bloco 2: Perfil da empresa					
Ramo de atividade	Transportes	Serviços	Serviços	Serviços	Serviços
Localização (cidade/UF)	Cascavel/PR	Foz do Iguaçu/PR	São Paulo/SP	Foz do Iguaçu/PR	São Paulo/SP
Nº de empregados	De 51 a 99 empregados	De 100 a 499 empregados	Acima de 500 empregados	Até 50 empregados	Acima de 500 empregados
Origem do capital	Nacional privado com fins lucrativos	Nacional privado com fins lucrativos	Nacional privado com fins lucrativos	Nacional privado com fins lucrativos	Multinacional
Tempo de existência da empresa	De 16 a 25 anos	De 16 a 25 anos	46 anos ou mais	De seis a 15 anos	46 anos ou mais
Prestação de serviços logísticos	Nacional	Nacional	Nacional	Nacional	Internacional
Tipo de carga predominante	Sólida	Sólida	Sólida	Sólida	Sólida
Característica dos produtos transportados	Produtos a granel	Produtos fracionados	Produtos fracionados	Alimentos	Equipamentos e/ou maquinário agrícola
A empresa faz uso do smart contract?	Não usa	Faz uso há mais de três anos	Faz uso há mais de três anos	Não usa	Faz uso há mais de três anos
Emprega o smart contract em quais processos logísticos?		No planejamento, no transporte e no gerenciamento de processos	No planejamento, na operação, no transporte e no gerenciamento de processos		No planejamento, na operação, no transporte e no gerenciamento de processos
Qual plataforma utilizada para o smart contract?		Ethereum	Ethereum		IBM
Com qual objetivo são usados os smart contracts?		Transparência contratual e redução de custos	Automatização e governança descentralizada		Automatização, governança descentralizada e transparência contratual

Fonte: Elaborado pelos autores.

Quadro 4

Caracterização das empresas (de E6 a E10)

	Empresa 6	Empresa 7	Empresa 8	Empresa 9	Empresa 10
Bloco 2: Perfil da empresa					
Ramo de atividade	Transportes	Serviços	Serviços	Serviços	Serviços
Localização (cidade/UF)	Foz do Iguaçu/PR	Foz do Iguaçu/PR	Cascavel/PR	Medianeira/PR	Campinas/SP
Nº de empregados	De 51 a 99 empregados	De 100 a 499 empregados	Acima de 500 empregados	Até 50 empregados	Acima de 500 empregados
Origem do capital	Nacional privado com fins lucrativos	Nacional privado com fins lucrativos	Nacional privado com fins lucrativos	Nacional privado com fins lucrativos	Multinacional
Tempo de existência da empresa	De 16 a 25 anos	De 16 a 25 anos	46 anos ou mais	De seis a 15 anos	46 anos ou mais
Prestação de serviços logísticos	Nacional	Nacional	Nacional	Nacional	Internacional
Tipo de carga predominante	Sólida	Sólida	Sólida	Sólida	Sólida
Característica dos produtos transportados	Produtos a granel	Produtos fracionados	Produtos fracionados	Alimentos	Equipamentos e/ou maquinário agrícola
A empresa faz uso do smart contract?	Não usa	Faz uso há mais de três anos	Faz uso há mais de três anos	Não usa	Faz uso há mais de três anos
Emprega o smart contract em quais processos logísticos?		No planejamento, no transporte e no gerenciamento de processos	No planejamento, na operação, no transporte e no gerenciamento de processos		No planejamento, na operação, no transporte e no gerenciamento de processos
Qual plataforma utilizada para o smart contract?		Ethereum	Ethereum		IBM
Com objetivo são usados os smart contracts?		Transparência contratual e redução de custos	Automatização e governança descentralizada		Automatização, governança descentralizada e transparência contratual

Fonte: Elaborado pelos autores.

■ 3.3 Análise das questões abertas

Esta pesquisa seguiu o rito da análise de conteúdo, com base em categorias identificadas *a priori*, atentando-se aos constructos *smart contract*, ecossistema logístico, TCT e desempenho operacional logístico. Assim, as categorias de análise *a priori* foram definidas tendo como base as teorias utilizadas.

Os dados foram fragmentados em unidades de análise chamadas de palavras-chave e que tenham apresentado maior relevância aos objetivos da pesquisa. As palavras-chave foram selecionadas e nominadas por termos de interesse, e, posteriormente, cada termo de interesse foi associado aos constructos propostos, o que originou cada uma das categorias distintas.

Em sequência aos procedimentos anteriormente descritos, evoluiu-se para a fase de tratamento e interpretação dos dados, conforme mostram os Quadros 5, 6, 7 e 8.

Quadro 5

Categoria 1: Ecossistema logístico

Questão	Síntese das respostas
Questão (a): De que maneira o processo de elaboração do planejamento do ecossistema logístico é realizado para mitigar os custos de transação e obter os resultados logísticos?	As respostas da maioria dos respondentes convergiram para elementos centrais, como processos e ferramentas de gestão – ações que propiciam a identificação e elementos que possibilitam a redução dos custos e procedimentos logísticos. Ainda que os respondentes, argumentem para os pontos-chave, ficaram limitadas as informações sobre os procedimentos de forma objetiva: quais ações efetivas são aplicadas para mitigar custos e alavancar resultados operacionais logísticos. As possíveis soluções, na questão de efetividade, são a tradicional ou conservadora; com ações pontuais, claras e objetivas, demonstrando um planejamento das atividades e dos procedimentos. As estratégias ideais para o equilíbrio do ecossistema logístico dependem fortemente do custo de transação, com orientação para a adoção de <i>blockchains</i> na economia operacional (Wu & Yu, 2022). As novas soluções baseadas em TIC facilitam a gestão na redução dos custos (Dubois et al., 2019).
Questão (b): Quais são os elementos gerenciais da gestão de um ecossistema logístico?	Para os participantes 5 e 6, o foco está nas estratégias, nos objetivos e nas ações. Por sua vez, os participantes 1 e 2 enfocam os processos como elemento central para o gerenciamento em um conceito de ecossistema. Já o participante 3 destaca a importância do alinhamento dos elementos organizacionais dentro do ecossistema. De acordo com Schmidt et al. (2021), adaptar as estratégias do ecossistema ao novo ambiente de negócios, por meio da simplificação organizacional e do foco nas competências essenciais, é fundamental para promover a cooperação entre parceiros, desenvolver novas formas organizacionais e se adequar às transformações do mercado.
Questão (c): Você viu diferença em trabalhar com ecossistema logístico e gestão logística?	Ao analisar as declarações dos participantes da pesquisa, observa-se que os principais diferenciais associados ao ecossistema logístico e à gestão logística incluem a agregação de valor, a agilidade dos processos, a integração e o ganho de mercado. O participante 4 destacou que sua empresa atua apenas na gestão logística, sem abranger o conceito mais amplo de ecossistema logístico, percepção semelhante à dos participantes 6 e 8. Essa visão converge com a do participante 7, que reconhece que o ecossistema logístico ainda se encontra em um estágio inicial de maturidade. Assim, percebe-se uma limitação no entendimento dos participantes sobre o que efetivamente constitui um ecossistema logístico. Essa constatação está alinhada com os achados de Krasnyuk et al. (2021), que identificaram que parte das empresas pesquisadas não compreende plenamente o conceito, as ferramentas e as aplicações de um ecossistema logístico. Sob a ótica econômica, os ecossistemas são definidos como sistemas de integração organizacional que se auto-organizam de forma evolutiva entre atores independentes, interligados por cadeias de valor agregado (Guggenberger et al., 2020).

Fonte: Elaborado pelos autores.

Quadro 6

Categoria 2: Custos de transação

Questão	Síntese das respostas
Questão (a): O que você entende por custos de transação (ou de mercado)?	Na totalidade dos participantes, houve a concordância em que eventos excepcionais e incontroláveis são os fatores causadores dos custos de transações, e que há uma consonância plena entre os gestores sobre os efeitos negativos na gestão dos custos e das operações. Em face do exposto nas narrativas, é plausível a compreensão de que os gestores participantes detêm boa compreensão sobre custos de transação e seus impactos na organização. No entanto, alguns fatores necessitam de atenção quando se abordam os custos de transação no contexto das peculiaridades do modelo de negócio, pois a especificidade do ativo e da frequência da transação influencia negativamente os custos de transação (Li & Fang, 2022). Além disso, os custos de transação são frequentemente distribuídos de forma desigual entre os atores na cadeia de suprimentos, e sua magnitude e distribuição têm influência considerável na equidade no equilíbrio econômico (Shahab, 2022).
Questão (b): Quais são os atributos que você considera importantes para as transações?	Nesse questionamento, os respondentes registraram alguns elementos comuns a todos, em especial a informação, flexibilidade e confiabilidade. Essas informações em destaque chancelam os relatos dos estudos de Amonkar et al. (2021), que destacam os recursos de informação e conhecimento que podem fortalecer a cadeia de fornecimento de serviços logísticos. As variáveis informações, planejamento e credibilidade podem contribuir para redução dos custos (Shahab, 2022). As descobertas de Ogungbemi (2024) revelam que, embora os contratos inteligentes possam automatizar vários processos e reduzir a dependência de intermediários, os desafios relacionados à privacidade de dados e à conformidade regulatória persistem. Recursos de privacidade mais altos em contratos inteligentes estão associados a maiores custos de execução, indicando uma compensação entre privacidade e eficiência de custos. Parte superior do formulário.
Questão (c): Com que frequência há necessidade de ajustes nos contratos?	Apesar da diversidade das respostas a frequência dos ajustes dos contratos, os participantes 1, 2 e 3 apontam a semestralidade nos ajustes contratuais, porém não é uma regra fixa. Para quatro dos dez participantes, os ajustes acontecem quando ocorre alguma necessidade por meio de variáveis externas que possam comprometer a operação. Tais argumentos são sustentados pelos relatos do estudo de Kushwaha et al. (2022), em que estão evidenciadas as bases primordiais para a construção dos contratos, que são os termos e as condições incorporados e impostos imediatamente quando os critérios especificados forem atendidos. Os contratos inteligentes são desenvolvidos para oferecer soluções seguras e automatizadas em diferentes tipos de transações comerciais (Taherdoost, 2023). No entanto, é fundamental analisá-los cuidadosamente para identificar e corrigir possíveis vulnerabilidades ou falhas, garantindo a integridade e a confiabilidade das operações.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Para uma melhor interpretação e avaliação sobre *smart contract*, optou-se por estruturar o questionário em duas partes: a primeira com questões direcionadas à tecnologia (*hardware* – Quadro 7a) e a segunda com questões de capacidades tecnológicas (*software* – Quadro 7b).

Quadro 7a

Categoria 3: Smart contract (ferramenta digital)

<p>Questão (a): Quais são os riscos das plataformas de ecossistema logístico em gerenciar os smart contracts?</p>	<p>Os participantes 1 e 4 não responderam a essa primeira pergunta sobre tecnologias. Podem-se levantar as seguintes hipóteses: eles se esqueceram de responder ou não quiseram, ou ainda não responderam por não utilizarem plataformas digitais que possibilitem o uso do <i>smart contract</i>. Já os participantes 6 e 8 afirmaram que não usam contratos inteligentes.</p> <p>Para os participantes 2 e 10, as questões de regulamentação são as mais imperativas em relação aos cuidados especiais. O participante 10 apontou para a evolução e o amadurecimento do uso das tecnologias, fato que foi também mencionado pelo participante 7, que está em fase de implementação, e com isso geram dúvidas e o reconhecimento da falta de treinamento. As preocupações expostas pelos participantes estão presentes no estudo de Almakhour et al. (2020) sobre os métodos de verificação de contratos inteligentes. Por conta da natureza imutável da tecnologia de razão distribuída no <i>blockchain</i>, um contrato inteligente deve funcionar conforme o esperado antes de usá-lo. Segundo os autores, os riscos de erros podem levar a enormes perdas econômicas. Assim sendo, garantir a segurança dos contratos inteligentes é importante para alcançar confiança e continuidade na execução do processo de negócios baseado em <i>blockchain</i>.</p>
<p>Questão (b): Quais são as aplicações de ferramentas de inteligência artificial <i>blockchain</i> em sua empresa?</p>	<p>Nessa questão, os respondentes que utilizam a tecnologia <i>blockchain</i> apontam para as aplicabilidades muito semelhantes em suas organizações, ou seja, é unânime o uso da inteligência artificial do operacional, tático e estratégico. Para alguns respondentes, as ênfases estão na roteirização, na armazenagem e no controle de veículos. A tecnologia <i>blockchain</i> pode desempenhar um papel fundamental na obtenção da visão estratégica de longo prazo de uma mobilidade sustentável, inclusiva e acessível dentro de um mundo digitalizado com estruturas de negócios (Tardivo & Martín, 2023).</p>
<p>Questão (c): Que tipo de resultado é esperado/ alcançado a partir da interação entre o uso de <i>blockchain</i> e o desempenho da sua organização?</p>	<p>Para 50% dos participantes, o maior ganho na interação <i>blockchain</i> e desempenho da organização está no elemento confiabilidade, seja em relação aos processos, à informação ou aos clientes. Os apontamentos dos participantes corroboram os resultados de Wanga et al. (2024): a tecnologia <i>blockchain</i> atraiu ampla atenção por causa de suas vantagens de descentralização, como não adulteração, transparência e rastreabilidade de informações. Outro aspecto importante frisado por quatro participantes é a agilidade que aparece nas operações e nos processos. O entendimento dos participantes está alinhado aos resultados do estudo de Hartványi & Nagy (2008) que apresentam a agilidade como a capacidade empresarial que abrange estruturas organizacionais, sistemas de informação e processos logísticos.</p>
<p>Questão (d): Como os resultados alcançados com o uso de <i>blockchain</i> em sua cadeia logística impactam o desempenho global da empresa?</p>	<p>Com a exceção dos participantes 4, 6 e 8, os quais não responderam, os demais apresentaram respostas com termos bem próximos, mesmo sendo em coleções não idênticas, como os resultados de redução de custos, de riscos, de perdas, de falhas e de tempo. Nessas observações, é plausível sustentar que a tecnologia <i>blockchain</i> atraiu ampla atenção por causa de suas vantagens de descentralização, bem como não adulteração, transparência e rastreabilidade de informações. Os sistemas de logística que não usam <i>blockchain</i> incorrem em custos de transação e perdas de qualidade de serviço por conta da incapacidade de controlar totalmente o processo de entrega, enquanto o uso de <i>blockchain</i> elimina os custos de transação e as perdas de qualidade (Hald & Kinra, 2019).</p>

(continua)

Quadro 7a

Categoria 3: Smart contract (ferramenta digital) (continuação)

Questão	Síntese das respostas
Questão (e): Quais são os principais facilitadores e inibidores da implantação do smart contract?	Três dos participantes não responderam à questão e apontaram como agentes facilitadores a infraestrutura, segurança e confiabilidade na plataforma e nos dados. Para chegar aos resultados reportados pelos respondentes ao questionário, cabe avaliar os resultados de Heinbach et al. (2022) que apontam para o fornecimento de plataformas digitais; trata-se das integrações vertical e horizontal de informações em cadeias de suprimentos, constituindo sua reputação como recursos flexíveis e competitivos em termos de custo em operações de frete rodoviário. Entre os fatores inibidores da implantação dos contratos inteligentes, estão alterações dos protocolos, questões legais e regulatórias, adaptabilidade em processos, mudanças de protocolos e compreensão do funcionamento técnico. Os argumentos apresentados como inibidores sugerem uma provável explicação: o pouco tempo de uso ou ainda em fase de instalação dos contratos inteligentes. O contrato inteligente é um dos recursos mais importantes em aplicativos de <i>blockchain</i> , que implementa transações confiáveis. Porém, com o rápido desenvolvimento, os contratos inteligentes de <i>blockchain</i> também expuseram muitos problemas de segurança, e alguns ataques causados por vulnerabilidades de contrato levaram a perdas (Valencia-Payan et al., 2022).
Questão (f): Quais são as estratégias adotadas para a implementação do smart contract?	Quando questionados sobre as estratégias de implementação dos contratos inteligentes, os respondentes 1, 2, 4, 6 e 8 não responderam. Isso direciona à presunção de três perspectivas sobre a opção dos gestores: o uso da tecnologia <i>smart contract</i> não faz parte do universo da organização; o <i>smart contract</i> já havia sido implementado quando o gestor chegou à empresa ou assumiu a função pertinente aos contratos inteligentes; e o gestor não detinha conhecimento sobre os procedimentos ou considerou irrelevante a pergunta. Em relação aos participantes 3, 7 e 10, apontam para a primordialidade de identificar e avaliar as possibilidades de plataformas que mais se adequassem ao perfil da empresa, aliadas às questões de segurança dos dados e suporte às possíveis adversidades. Pela característica da natureza descentralizada e imutável do <i>blockchain</i> que é a base para o uso dos <i>smart contract</i> , garante-se que todas as transações sejam registradas à prova de violação, acessível a todas as partes interessadas. Essa transparência é crucial para setores em que a autenticidade e a procedência do produto são essenciais (Kumar et al., 2022). Nessa conjuntura, a adoção bem-sucedida requer uma mudança cultural dentro das organizações, onde as partes interessadas em todos os níveis entendam os benefícios do <i>blockchain</i> e estejam dispostas a adotar novos processos e tecnologias (Kouhizadeh & Sarkis, 2018).
Questão (g): Que mudanças na gestão de desempenho ocorreram a partir da integração entre smart contract e os procedimentos logísticos?	Os respondentes 1, 2, 4, 6 e 8 optaram por não responderem à questão que trata da gestão de desempenho a partir da integração com <i>smart contract</i> . Como já verificado em outras questões em que os mesmos participantes não relataram seus posicionamentos e/ou entendimentos, é possível constatar um cenário do não uso dos contratos inteligentes, aliado à gestão de desempenho, ou a não perceptibilidade da interação entre os <i>smart contract</i> e a gestão de desempenho. Para os seis participantes que responderam a essa questão, ficaram destacadas as melhorias nos itens redução de erros, redução de custos, rastreabilidade de produtos e veículos e otimização dos processos. Os itens com melhorias apontados pelos participantes são ratificados pelos resultados de Madhwal et al. (2022), em que se cancela o uso da tecnologia <i>blockchain</i> como elemento contribuidor para medir o desempenho e a qualidade do processo, com base nos contratos inteligentes, em que se verificou que elementos como transparência, confiança e desintermediação podem implicar mudanças nos custos de transação da empresa, uma vez que facilitam a identificação e redução de erros e a facilidade de avaliar o desempenho.

Fonte: Elaborado pelos autores.

A segunda parte do formulário sobre *smart contract* focou questões direcionadas à capacidade tecnológica (*software*).

Quadro 7b

Categoria 3: *Smart contract* (capabilidade tecnológica)

Questão	Síntese das respostas
Questão (a): Quais são as características do uso do <i>smart contract</i> em ecossistema logístico?	O resultado desse questionamento apresentou a falta de respostas dos participantes 1, 4, 6 e 8, os quais mantiveram coerência no posicionamento de não responderem às questões anteriores. Diferentemente do participante 2, visto que, nas questões anteriores em que se abordavam os contratos inteligentes, não houve manifestação de respostas, e, para a pergunta em análise, apresentou relato condizente com o uso e domínio dos contratos inteligentes. Para 50% dos participantes, 3, 5, 7, 9 e 10, sobressai o item transparência nas informações, da mesma forma que eficiência e rastreabilidade. Isso permite considerar que há coerência no discernimento em ter os participantes em relação aos questionado. As observações dos participantes em suas respostas aproximam-se do entendimento de Alqarni et al. (2023), os quais afirmam que a tecnologia <i>blockchain</i> , que é o princípio <i>sine qua non</i> para os <i>smart contract</i> , torna muito mais difícil falsificar produtos fornecendo prova indiscutível e imutável da procedência das matérias-primas, dos produtos e da venda ao consumidor. Isso potencializa a confiança do consumidor do produto ou serviço e beneficia financeiramente o fabricante ou o prestador de serviços.
Questão (b): Quais são as principais competências para gerenciar tecnologias digitais baseadas em habilidade e competências?	Nas respostas dos de oito participantes, ficou explícita a necessidade de treinamento das pessoas que possam atuar no gerenciamento das tecnologias digitais, o que leva às competências necessárias para a interpretação de dados e às tomadas de decisões mais assertivas. Diante dos posicionamentos dos participantes da pesquisa que aderem aos desfechos de Gerasimenko e Razumova, (2020), as competências e habilidades gerenciais para lidar com as tecnologias digitais passam por três momentos distintos: desenvolver a competência digital dos gestores, coordenar a interação digital nos diferentes níveis de gestão e motivar os gerentes adequadamente.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Quadro 8

Categoria 4: Desempenho logístico

Questão	Síntese das respostas
Questão (a): De que maneira é mensurado o desempenho dos serviços logísticos?	O uso de indicadores como meio de mensurar o desempenho das empresas é o elemento mais mencionado pelos participantes, mas constantemente aliado aos variados processos logísticos, em que os mais evidenciados são armazenagem, conferência, mapeamento, roteirização, operações <i>cross docking</i> , pontualidade das entregas e custos por veículo, por operação e por margem de contribuição. Para alguns gestores, o olhar vai além das métricas quantitativas, abarcando informações qualitativas que permitam contribuir para a construção da avaliação por meio da identificação, mensuração e definição das estratégias de melhorias em processos. As empresas de logística são inundadas por indicadores de desempenho para medir seus desempenhos. Isso, no entanto, fez com que os tomadores de decisão enfrentassem os desafios de identificar e, em seguida, priorizar as medidas mais apropriadas para suas necessidades estratégicas, táticas e operacionais. O desempenho logístico deve compreender a diferenciação em relação aos concorrentes no setor similar ou comparar o resultado das atividades logísticas com outras empresas (Kucukaltan et al., 2016).
Questão (b): Quais são os principais indicadores de desempenho utilizados em sua logística de transportes?	A maioria dos indicadores mencionados pelos participantes estão contemplados nas respostas. Em alguns casos, são unânimes, tais como quilômetro rodado dos veículos, mão de obra, custo de entrega. Outros indicadores descritos com preponderância das respostas foram armazenagem, movimentação, tempo de entrega, veículos, depreciação e renovação de frota. No que concerne aos indicadores, as respostas estão em consonância aos resultados da pesquisa de Väättäinen et al. (2020) sobre os custos, a eficiência e a produtividade em transporte. Isso posto, os indicadores são variáveis selecionadas que podem ajudar a tornar os objetivos operacionais e reduzir a complexidade ao lidar com o gerenciamento e a intervenção do sistema (Gudmundsson, 2004).
Questão (c): Os contratos inteligentes abarcam todo o ecossistema logístico da organização?	Nas respostas a essa indagação, três participantes informaram que não são usuários de <i>smart contract</i> . Apenas um participante não registrou sua resposta. Cinco respondentes afirmaram que o <i>smart contract</i> contempla toda a sua organização. O participante 7 informou que estão em fase de estruturação alguns procedimentos, pois a organização adotou há pouco tempo o uso dos contratos inteligentes. O uso do <i>smart contract</i> por departamentos das organizações é motivado constantemente por pesquisadores, e os resultados defendidos apresentam-se nos desfechos de Nanayakkara et al. (2021). De acordo com esses autores, as soluções baseadas em <i>blockchain</i> e contratos inteligentes podem mitigar significativamente os problemas de pagamento, incluindo pagamentos parciais, não pagamentos, custo de financiamento, longo ciclo de pagamento, retenção e segurança de pagamentos. Segundo Bottoni et al. (2020), os contratos inteligentes para gestão inovadora da cadeia de suprimentos substituem coordenadores humanos no enfrentamento dos problemas, eliminando obstáculos para solução eficaz. Assim, ao automatizarem o processo de coordenação, aliviam a cadeia de suprimentos de custos consideráveis da gestão. Os <i>smart contracts</i> não apenas automatizam a execução do contrato, mas também ajustam custos e compensações dos membros de uma cadeia de suprimentos. Assim como os contratos inteligentes são defendidos por autores em suas pesquisas, há discussões controversas sobre esses entendimentos; por exemplo, de acordo com Capocasale e Perboli (2022), os contratos inteligentes não necessariamente devem substituir os contratos legais. Segundo os autores, a descentralização total é difícil de ser alcançada e impõe muitos desafios adicionais, dadas as dificuldades de criar contratos inteligentes verdadeiramente descentralizados, e há contestação sobre as soluções descentralizadas orientadas a compromissos que são mais confiáveis do que as centralizadas.

(continua)

Quadro 8

Categoria 4: Desempenho logístico (continuação)

Questão	Síntese das respostas
Questão (d): Que limitações você identifica na utilização dos contratos inteligentes nas negociações entre empresas?	Acerca das limitações na utilização dos <i>smart contract</i> nas negociações entre as empresas, constata-se a diversidade de elementos interferidores apresentados pelos participantes, nomeadamente: confiabilidade no compartilhamento de informações, legislação, informações conflitantes e adaptabilidade da empresa ao novo processo de gestão. Os contratos tradicionais podem levar semanas ou até meses para serem iniciados, e houve vários casos de violações e falta de confiança em contratos tanto no setor privado quanto no público (Nzuva, (2019). Outras limitações estão presentes nos relatos de Wu et al. (2022) que resumem as dificuldades enfrentadas pelos contratos inteligentes, como baixa eficiência de execução, difícil expansão do armazenamento de dados, fácil divulgação de privacidade, vulnerabilidade a ataques potenciais. Estudos relacionados foram conduzidos em resposta a esses problemas. Por exemplo, o uso de soluções de expansão de capacidade escaláveis, como aumento da capacidade de bloco, gráficos acíclicos direcionados e fragmentados, para resolver os problemas de eficiência e desempenho de armazenamento de contratos inteligentes; a combinação de tecnologia de prova de conhecimento e ambiente de execução confiável para melhorar a capacidade de proteção de privacidade de contratos inteligentes; e testagem simbólica, verificação formal e outras tecnologias para explorar as potenciais vulnerabilidades de segurança de contratos inteligentes e reduzir seus riscos de segurança (Wu et al., 2022). Como proposta de evitar conflitos no uso dos contratos inteligentes, Mahmudnia et al. (2022) apontam para as seguintes abordagens: desenvolver um conhecimento profundo de um <i>blockchain</i> para não enfrentar riscos e disputas; gerenciar qualquer incerteza para tornar a tecnologia <i>blockchain</i> mais poderosa; e regulamentar leis relevantes sobre <i>blockchain</i> para abordar quaisquer possíveis conflitos.

Fonte: Elaborado pelos autores.

■ 3.4 Análise geral dos resultados

Os resultados da pesquisa refletem o conhecimento dos gestores e suas percepções sobre *smart contract*, ecossistema logístico, custo de transação e desempenho operacional logístico. Para identificar tais resultados, estruturou-se o instrumento de coleta de dados que foi aplicado, e os resultados dos dados analisados permitiram a evolução do modelo conceitual e a evolução para o estudo quantitativo.

Inicialmente, o *smart contract* foi analisado por meio de questões fechadas, cujos resultados permitiram avaliar o nível de compreensão dos gestores. A elaboração do instrumento de pesquisa baseou-se em Zheng et al. (2020). Para a categoria “ecossistema logístico”, as questões foram desenvolvidas com

apoio teórico em Dubois et al. (2019) e Krasnyuk et al. (2021). Para a elaboração das questões que tratam dos custos de transação, adotaram-se os resultados das pesquisas de Wu e Yu (2022). Por fim, o constructo desempenho operacional logístico, que buscou entender a percepção dos gestores sobre o referido constructo, demonstrou um alinhamento das respostas aos resultados de Rotaris et al. (2022) e Archetti et al. (2022).

Isso posto, os resultados identificados em cada uma das dimensões coadunam-se com os estudos indicados a seguir.

- *Smart contract*: O entendimento dos gestores demonstra o quanto importante é o uso dos contratos inteligentes em suas aplicabilidades, que incluem rastreabilidade, controle de transporte, gerenciamento de armazéns e integração de processos. Ficou evidente a compreensão sobre os benefícios que incluem confiabilidade, redução de erros e custos, maior agilidade e rastreabilidade, o que vem ao encontro da pesquisa de Armas et al. (2023), que apontam para o potencial das plataformas de contratos inteligentes no aprimoramento da rastreabilidade e transparência. Ainda assim, há forte preocupação dos gestores com os riscos, como alterações regulatórias, vazamento de dados complexidade técnica e falta de treinamento.

- *Ecossistema logístico*: Para os respondentes, há no ecossistema uma evolução da logística, com maior integração de *stakeholders* e ganhos em eficiência e mercado. Outro ponto observado foi a respeito da necessidade de planejamento das operações e mitigação de custos e monitoramento constante e alinhamento de processos. Nesse entendimento, Jingyu (2022) apresenta em seu estudo as relações internas entre os principais elementos do ecossistema de logística e as suas relações, e, valendo-se das ferramentas tecnológicas, combina *Big Data* e *IoT* para analisar o desenvolvimento colaborativo do ecossistema de logística.

- *Custo de transação*: Identificou-se a preocupação com os desafios e gastos inesperados que impactam a gestão e fatores externos, como rupturas de mercado. Os gestores participantes demonstraram boa compreensão do conceito e de seus impactos. Completando as considerações, apontaram-se os desafios de gerenciar os custos indesejados e a necessidade de ajustes contratuais. Com relação aos custos, Izadi et al. (2019) apresentam estudos de custos externos, em comparativo dos custos de todos os diferentes tipos de transporte de carga. Para Ketokivi e Mahoney (2020), os custos de transação estão imbuídos de desafios estratégicos e operacionais, tão grandes quanto diversos, e

isso inclui-se para além da questão de transportes, ou seja, afeta toda a cadeia de suprimentos.

- *Desempenho operacional logístico*: Os resultados apresentaram alguns elementos-chave no que se refere ao desempenho operacional logístico das empresas, como: indicadores quantitativos que incluem tempo de entrega, custos por veículo, margem de contribuição e avarias, e indicadores qualitativos, como satisfação do cliente. É plausível afirmar que os gestores estão atentos às principais métricas de gerenciamento em logística de transportes. Esses resultados são coerentes com o estudo de Abdul Rahman et al. (2023), que apresentam, em suas apurações, os principais indicadores avaliados no estudo: espaço, sistema de informação, mão de obra e equipamento.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo foi realizado com o objetivo de responder à seguinte questão de pesquisa: “Como o uso do *smart contract* influencia a relação entre o ecossistema logístico e o desempenho logístico no contexto dos custos de transação?”.

Os resultados identificados na pesquisa propiciaram o conhecimento sobre o perfil dos gestores de transportes rodoviário de cargas, bem como o perfil das empresas que atuam nessa função. Também demonstraram que os questionamentos aplicados aos participantes da pesquisa eram compatíveis com a proposta da pergunta, ou seja, os respondentes tiveram plena compreensão sobre o que se estava perguntando, o que permitiu respostas coerentes.

Isso indica que o instrumento de coleta de dados, que foi construído sob o rigor científico, por meio de estudos apresentados em artigos científicos e livros, pode ser considerado apropriado em suas perguntas, atingindo os propósitos da investigação. Com isso, a análise de forma condensada por constructo permite uma visualização pontual dos elementos fortemente destacados, conforme contextualizado a seguir.

Sobre o primeiro dos constructos analisados, o ecossistema logístico, com destaque para a importância no planejamento da organização, objetivando reduzir custos de transação e melhorar resultados logísticos, as respostas dos participantes indicam uma abordagem diversificada, com foco em: planejamento e mitigação de custos, por meio do uso de técnicas de gestão e ferramentas tecnológicas para evitar custos indesejados, que estão presentes nas respostas dos participantes E1, E4 e E8; e monitoramento constante, análise

de históricos e alinhamento de processos para a eficiência operacional apontados nas respostas dos participantes 5, 9 e 10.

No que tange aos elementos gerenciais do ecossistema logístico, os participantes mencionaram a importância de estratégias bem estruturadas, alinhamento de processos e uso de ferramentas em níveis estratégico, tático e operacional, registrado pelos participantes 2, 5 e 10. O enfoque sobre o tempo real para avaliar e ajustar as operações foi a prioridade dos participantes 1 e 3. A respeito das diferenças entre ecossistema logístico e gestão logística, os participantes 2, 3 e 10 disseram que o ecossistema é visto como uma evolução da gestão logística, incorporando integração com fornecedores, parceiros e clientes, resultando em ganhos de mercado, agilidade e redução de custos.

Cabe ressaltar que, embora o ecossistema logístico seja reconhecido como uma estratégia superior, ainda há falta de compreensão e aplicação concreta por parte de algumas empresas.

Para o constructo custo de transação no contexto logístico, em que se versou sobre os desafios, os atributos importantes para transações e a necessidade de ajustes contratuais, abordaram-se, primeiramente, aspectos sobre a definição e os desafios. As respostas referiram-se aos gastos inesperados que surgem durante as operações e impactam a lucratividade e a gestão, conforme os participantes 1, 4 e 6. Para os participantes 3, 8 e 10, os custos de transação são decorrentes de fatores externos, como rupturas de mercado, eventos climáticos ou variáveis não controláveis. De maneira sistêmica, é plausível afirmar que os participantes mostraram boa compreensão do conceito e de seus impactos.

Sobre o constructo *smart contracts* em ecossistemas logísticos, de forma genérica, obtiveram-se os seguintes resultados: para os riscos e desafios, as respostas direcionaram-se às alterações regulatórias e ao vazamento de dados (participantes 2, 9 e 10), e complexidade técnica, falta de treinamento e adaptabilidade foram mencionadas pelos entrevistados 7 e 9. Para as aplicações e os resultados esperados, rastreabilidade, controle de transporte, gerenciamento de armazéns e integração de processos foram mencionados pelos participantes 1, 3 e 9. Por fim, os resultados descritos foram confiabilidade, redução de erros e custos, agilidade nos processos e rastreabilidade, no entendimento dos entrevistados 2, 7 e 10.

Para o último dos constructos, o desempenho operacional logístico e o uso de contratos inteligentes, com foco em indicadores de avaliação, abrangência e limitações desses sistemas, obtiveram-se os seguintes resultados: referente à mensuração do desempenho, apontou-se para a utilização dos indicadores

variados para avaliar operações, como tempo de entrega, custos por veículo, margem de contribuição e avarias (participantes 1, 3 e 5); indicadores qualitativos, como satisfação do cliente e eficiência de processos, complementam os quantitativos (entrevistados 6 e 9). Os principais indicadores em logística de transportes foram mencionados, como depreciação de veículos, quilômetros rodados, gastos com combustível, tempo de carga e descarga, e margem de contribuição, juntamente com os indicadores *On Time In Full* (OTIF) e *Lead Time*, também amplamente utilizados para medir eficiência operacional.

A principal limitação deste estudo refere-se ao fato de a amostra da pesquisa ter sido feita por conveniência, que é um método de seleção de amostras utilizado em pesquisas e estudos estatísticos que se baseia na escolha dos participantes de maneira mais fácil ou acessível para o pesquisador (Malhotra, 2019; Sekaran, 2016). No caso desta pesquisa, dois motivos justificam essa opção: acessibilidade e possibilidade de obter dados das grandes, médias e pequenas empresas. Outra limitação refere-se ao quantitativo de participantes da pesquisa, pois haverá a probabilidade de maior refinamento dos resultados se o estudo for aplicado em um número maior de participantes.

Em virtude de possíveis vieses da pesquisa, uma recomendação para pesquisas futuras é focar pesquisas em âmbito nacional, ou seja, com abrangência em todas as regiões do país, em que provavelmente haverá maior êxito na coleta de dados, maior participação dos gestores e possíveis cenários diferenciados por regiões. Outra possibilidade é a segmentação por segmentação de serviços prestados em transportes, como somente em transporte internacional de cargas. Outro ponto interessante a ser pesquisado é o uso do *smart contract* em outros modais de transportes, como aeroviário, ferroviário ou aquaviário (lacustre ou marítimo).

THE INFLUENCE OF SMART CONTRACTS ON THE RELATIONSHIP BETWEEN LOGISTICS ECOSYSTEM AND LOGISTICS PERFORMANCE IN THE CONTEXT OF TRANSACTION COSTS

Abstract

The objective of this study was to examine the influence of the use of smart contracts on the relationship between the logistics ecosystem and logistics performance from the perspective of transaction costs. It is an exploratory and descriptive qualitative research in which ten managers of road freight transport organizations were interviewed and selected by convenience. Data collection took place in the first half of 2024. The results showed a fragility in knowledge about smart contracts and their technological issues. It was found that some managers, even using company management technologies, still maintain the use of basic indicators. Regarding transaction costs, respondents understand the need for greater control but argue about the difficulty of identifying these costs. Logistics performance is a concern of managers, but with timid indicators and processes that are not noticeably clear.

Keywords: Blockchain in logistics; logistics ecosystem; logistics performance; smart contract; transaction costs.

Referências

- Aaker, D. A., Kumar, V., & Day, G. S. (2004). *Pesquisa de marketing* (2a ed.). Atlas.
- Abdul Rahman, N. S. F., Karim, N. H., Hanafiah, R., Abdul Hamid, S., & Mohammed, A. (2023). Decision analysis of warehouse productivity performance indicators to enhance logistics operational efficiency. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 72(4), 962-985. <https://doi.org/10.1108/ijppm-06-2021-0373>
- Adner, R. (2017). Ecosystem as structure: An actionable construct for strategy. *Journal of Management*, 43(1), 39-58. <https://doi.org/10.1177/0149206316678451>
- Almakhour, M., Sliman, L., Samhat, A. E., & Mellouk, A. (2020). Verification of smart contracts: A survey. *Pervasive and Mobile Computing*, 67, 101227, 1-30. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1574119220300821>

- Alqarni, M. A., Alkathiri, M. S., Chauhdary, S. H., & Saleem, S. (2023). Use of blockchain-based smart contracts in logistics and supply chains. *Electronics*, 12(6), 1-14. <https://www.mdpi.com/2079-9292/12/6/1340>
- Al-Surmi, A., Bashiri, M., & Koliouis, I. (2022). AI based decision making combining strategies to improve operational performance. *International Journal of Production Research*, 60(14), 4464-4486. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00207543.2021.1966540>
- Amonkar, R., Roy, V., & Patnaik, D. (2021). Intermodal service supply chain and seaport logistics performance. *Supply Chain Forum: An International Journal*, 22(2), 171-187. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/16258312.2021.1895677>
- Anand, A., & Seetharaman, A. (2022). Enabling smart logistics through interoperability of blockchain technology for sustainable supply chain ecosystem. *International Journal of Early Childhood Special Education*, 14(3), 10570-10578. https://www.researchgate.net/profile/Atul-Anand-16/publication/361468637_ENABLING_SMART_LOGISTICS_THROUGH_INTEROPERABILITY_OF_BLOCKCHAIN_TECHNOLOGY_FOR_SUSTAINABLE_SUPPLY_CHAIN_ECOSYSTEM/links/62b34566dc817901fc737064/ENABLING-SMART-LOGISTICS-THROUGH-INTEROPERABILITY-OF-BLOCKCHAIN-TECHNOLOGY-FOR-SUSTAINABLE-SUPPLY-CHAIN-ECOSYSTEM.pdf
- Ante, L. (2021). Smart contracts on the blockchain: A bibliometric analysis and review. *Telematics and Informatics*, 57, 101519, 21. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0736585320301787>
- Archetti, C., Peirano, L., & Speranza, M. G. (2022). Optimization in multimodal freight transportation problems: A survey. *European Journal of Operational Research*, 299(1), 1-20. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377221721006263>
- Armas, K. L., Bondoc, B. C., & La Penia, L. R. (2023). Enhancing onion supply chain using the smart contract platform: A meta-analysis. *Journal of Applied Engineering and Technological Science*, 5(1), 622-634. <https://yrpipku.com/journal/index.php/jaets/article/view/2447>
- Ballou, R. H. (2006). *Gerenciamento da cadeia de suprimentos: logística empresarial*. (5. ed.). Bookman.
- Barringer, B. R., & Harrison, J. S. (2020). Walking a tightrope: Creating value through interorganizational relationships. *Journal of Management*, 26(3), 367-404. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0149206300000465>
- Bottoni, P., Gessa, N., Massa, G., Pareschi, R., Selim, H., & Arcuri, E. (2020). Intelligent smart contracts for innovative supply chain management. *Frontiers Blockchain*, 3, 1-19. <https://www.frontiersin.org/journals/blockchain/articles/10.3389/fbloc.2020.535787/full>
- Capocasale, V., & Perboli, G. (2022). Standardizing smart contracts. *IEEE Access*, 10, 91203-91212. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9869650>

- Chang, S. E., Chen, Y. C., & Lu, M. F. (2019). Supply chain re-engineering using blockchain technology: A case of smart contract-based tracking process. *Technological Forecasting and Social Change*, 144, 1-11. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0040162518305547>
- Christopher, M. (2016). *Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos: estratégias para a redução de custos e melhoria dos serviços*. (4. ed.). Cengage Learning.
- Chung, S. H. (2021). Applications of smart technologies in logistics and transport: A review. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 153, 21. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1366554521002192>
- Creswell, J. W. (2010). *Projeto de pesquisa: Métodos qualitativo, quantitativo e misto* (M. Lopes, Trad.). Artmed.
- Cuyper, I. R. P., Hennart, J., Silverman, B. S., & Ertug, G. (2021). Transaction cost theory: Past progress, current challenges, and suggestions for the future. *Academy of Management Annals*, 15(1), 111-150. <https://journals.aom.org/doi/abs/10.5465/annals.2019.0051>
- Demin, V., Akulov, A., Karelina, E., Marusin, A., & Evtyukov, S. (2021). Determination of performance criteria for organizing the operation of terminal and warehouse complexes. *Transportation Research Procedia*, 57, 121-126. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S235214652100661X>
- Du, S. (2023). Symbiosis evolution of e-commerce platform ecosystem with cooperative and competitive effect: An extended population density logistic model-based simulation. *Modelling and Simulation in Engineering*, 2023(1), 1-17. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1155/2023/2472618>
- Dubey, R., Gunasekaran, A., & Childe, S. J. (2019). Big data analytics capability in supply chain agility: The moderating effect of organizational flexibility. *Management Decision*, 57(8), 2092-2112. <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/md-01-2018-0119/full/html?af=R>
- Dubois, A., Hulthén, K., & Sundquist, V. (2019). Organising logistics and transport activities in construction. *International Journal of Logistics Management*, 30(2), 620-640. <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/ijlm-12-2017-0325/full/html>
- Engel, R. J., & Schutt, R. K. (2016). *The practice of research in social work*. Sage.
- Farina, E. M. M. Q., Azevedo, P. F., & Saes, M. S. M. (1997). *Competitividade: Mercado, estado e organizações*. Singular.
- Fiorentino, S., & Bartolucci, S. (2021) Blockchain-based smart contracts as new governance tools for the sharing economy. *Cities*, 117, 1-23. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0264275121002250>
- Flick, U. (2009). *Introdução à pesquisa qualitativa* (3a ed.). Artmed.
- Gerasimenko, V. V., & Razumova, T. O. (2020). Digital competencies in management: A way to superior competitiveness and resistance to changes. *Serbian Journal of Management*, 15(1) 115-126. <https://www.aseestant.ceon.rs/index.php/sjm/article/view/23865>

Goel, R. K., Saunoris, J. W., & Goel, S. S. (2021) Supply chain performance and economic growth: The impact of covid-19 disruptions. *Journal of Policy Modeling*, 43(2), 298-316. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0161893821000065>

Gudmundsson, H. (2004). Sustainable transport and performance indicators. Issues in environmental science and technology. *Transport and the Environment*, (20), 35-63. https://orbit.dtu.dk/files/100478045/Sustainable_Transport_and_Performance_Indicators.pdf

Guggenberger, M., Frederik, H., Haarhaus, T, Gür, I., & Otto, B. (2020). Ecosystem types in information systems. *Twenty-Eighth European Conference on Information Systems*, 1-22. https://www.researchgate.net/profile/Tobias-Guggenberger-2/publication/341188637_ECOSYSTEM_TYPES_IN_INFORMATION_SYSTEMS/links/5eb2c3b845851523bd467351/ECOSYSTEM-TYPES-IN-INFORMATION-SYSTEMS.pdf

Hald, K., & Kinra, A. (2019). How the blockchain enables and constrains supply chain performance. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 49(4), 376-397. <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/ijpdlm-02-2019-0063/full/html>

Hanssen, T.-E. S., Mathisen, T. A., & Jørgensen, F. (2012). Generalized transport costs in intermodal freight transport. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 54, 189-200. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042812042000>

Hartványi, T., & Nagy, Z. (2008). Agility in supply chains. *Acta Technica Jaurinensis*, 1(2), 315-323. <https://acta.sze.hu/index.php/acta/article/view/82>

Hausman, W. H., Lee, H. L., & Subramanian, U. (2013) The impact of logistics performance on trade. *Production and Operations Management*, 22(2), 236–252. <https://journals.sagepub.com/doi/10.1111/j.1937-5956.2011.01312.x>

Heinbach, C., Beinke, J., Kammler, F., & Thomas, O. (2022). Data-driven forwarding: A typology of digital platforms for road freight transport management. *Electronic Markets*, 32, 807-828. <https://link.springer.com/article/10.1007/s12525-022-00540-4>

Izadi, A., Nabipour, M., & Titidezh, O. (2019). Cost models and cost factors of road freight transportation: A literature review and model structure. *Fuzzy Information and Engineering*, 11(3), 257-278. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/10473065>

Jingyu, C. (2022). Coordinated development mechanism and path of agricultural logistics ecosystem based on big data analysis and IoT assistance. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B*, 72(1), 214-224. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09064710.2021.2008476>

Joo, S. J., Min, H., & Smith, C. (2017). Benchmarking freight rates and procuring cost-attractive transportation services. *International Journal of Logistics Management*, 28(1), 194-205. <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/ijlm-01-2015-0030/full/html>

Jourquin, B. (2019). Estimating elasticities for freight transport using a network model: An applied

methodological framework. *Journal of Transportation Technologies*, 9(1), 1-13. <https://www.scirp.org/journal/paperinformation?paperid=88340>

Ketokivi, M., & Mahoney, J. T. (2020). Transaction cost economics as a theory of supply chain efficiency. *Production and Operations Management*, 29(4), 1011-1031. <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1111/poms.13148>

Kouhizadeh, M., & Sarkis, J. (2018). Blockchain practices, potentials, and perspectives in greening supply chains. *Sustainability*, 10(10), 1-16. <https://www.mdpi.com/2071-1050/10/10/3652>

Krasyuk, I., Kolgan, M., & Medvedeva, Y. (2021). Development of an ecosystem approach and organization of logistics infrastructure. *Transportation Research Procedia*, 54, 111-122. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352146521002180>

Kucukaltan, B., Irani, Z., & Aktas, E. (2016). A decision support model for identification and prioritization of key performance indicators in the logistics industry. *Computers in Human Behavior*, 65, 346-358. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0747563216306100>

Kumar, A., Abhishek, K., Nerurkar, P., Ghalib, R. M., Shankar, A., & Cheng, X. (2022). Secure smart contracts for cloud-based manufacturing using Ethereum blockchain. *Transactions on Emerging Telecommunications Technologies*, 33(4), 36451-36470. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ett.4129>

Kushwaha, S. S., Joshi, S., Singh, D., Kaur, M., & Lee, H. (2022). Ethereum smart contract analysis tools: A systematic review. *IEEE Access*, 10, 57037-5706. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9762279>

Lee, H. L. (2002). Aligning supply chain strategies with product uncertainties. *California Management Review*, 44(3), 105-119. <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.2307/41166135>

Li, C. Y., & Fang, Y. H. (2022). The more we get together, the more we can save? A transaction cost perspective. *International Journal of Information Management*, 62, 1-19. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268401221001274>

Madhwal, Y., Borbon-Galvez, Y., Etemadi, N., Yanovich, Y., & Creazza, A. (2022). Proof of delivery smart contract for performance measurements. *IEEE Access*, 10, 69147-69159. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9804482>

Mahmudnia, D., Arashpour, M., & Yang, R. (2022). Blockchain in construction management: Applications, advantages and limitations. *Automation in Construction*, 140, 1-10. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926580522002527>

Malhotra, N. K. (2019). *Pesquisa de marketing: Uma orientação aplicada* (7a ed.). Bookman.

Martí, L., Martín, J. C., & Puertas, R. (2017). A DEA-logistics performance index. *Journal of Applied Economics*, 20(1), 169-192. https://econpapers.repec.org/article/tafrecsxx/v_3a20_3ay_3a2017_3ai_3a1_3ap_3a169-192.htm

- Mochalov, A. I., Ivanova, N. V., & Ruohomaa, H. (2022). Logistic digital ecosystem of the multimodal freight terminal networks. *Интеллектуальные технологии на транспорте*, 4(32), 64-70. <https://cyberleninka.ru/article/n/logistic-digital-ecosystem-of-the-multimodal-freight-terminal-networks>
- Nanayakkara, S., Perera, S., Senaratne, S., Weerasuriya, G. T., & Bandara, H. M. N. D. (2021). Blockchain and smart contracts: A solution for payment issues in construction supply chains. *Informatics*, 8(36), 1-16. <https://www.mdpi.com/2227-9709/8/2/36>
- Nzuva, S. (2019). Smart contracts implementation, applications, benefits, and limitations. *Journal of Information Engineering and Applications*, 9(5), 63-75. <https://www.iiste.org/Journals/index.php/JIEA/article/view/49776/51434>
- Ogunbemi, O. S. (2024). Smart contracts management: The interplay of data privacy and blockchain for secure and efficient real estate transactions. *Journal of Engineering Research and Reports*, 26(8), 278-300. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4919180
- Oliveira Neto, G. C., Costa, I., de Sousa, W. C., Amorim, M. P. C., & Godinho Filho, M. (2019). Adoption of a telemetry system by a logistics service provider for road transport of express cargo: A case study in Brazil. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 22(6), 592-613. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/13675567.2018.1564253>
- Önsel Ekici, Ş., Kabak, Ö., & Ülengin, F. (2019). Improving logistics performance by reforming the pillars of Global Competitiveness Index. *Transport Policy*, 81, 197-207. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0967070X18305456>
- Philipp, R., Prause, G., & Gerlitz, L. (2019). Blockchain and smart contracts for entrepreneurial collaboration in maritime supply chains. *Transport and Telecommunication*, 20(4), 365-378. <https://intapi.sciendo.com/pdf/10.2478/ttj-2019-0030>
- Prause, G., & Hoffmann, T. (2020). Marketing and management of innovations innovative management of common-pool resources by smart contracts. *Marketing and Management of Innovations*, 1, 265-275. <https://essuir.sumdu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/a6de39bf-d35a-42cf-94e2-0735af2ce561/content>
- Ried, L., Eckerd, S., Kaufmann, L., & Carter, C. (2021). Spillover effects of information leakages in buyer-supplier-supplier triads. *Journal of Operations Management*, 67(3), 280-306. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/joom.1116>
- Rostami, P., Avakh Darestani, S., & Movassaghi, M. (2022) Modelling cross-docking in a three-level supply chain with stochastic service and queuing system: MOWFA algorithm. *Algorithms*, 15(8), 265.
- Rotaris, L., Tonelli, S., & Capoani, L. (2022). Combined transport: Cheaper and greener. A successful Italian case study. *Research in Transportation Business & Management*, 43, 1-12. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S221053952200013X>

Schmidt, M. C., Veile, J. W., Mueller, J. M., & Voigt, K. I. (2021). Ecosystems 4.0: Redesigning global value chains. *International Journal of Logistics Management*, 32(4), 1124-1149. <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/ijlm-03-2020-0145/full/html>

Sekaran, U. (2016). *Research methods for business: A skill building approach*. United Kingdom, John Wiley & Sons.

Shahab, S. (2022). Transaction costs in planning literature: A systematic review. *Journal of Planning Literature*, 37(3), 403-414. <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/08854122211062085>

Taherdoost, H. (2023). Smart contracts in blockchain technology: A critical review. *Information*, 14, 1-19. <https://www.mdpi.com/2078-2489/14/2/117>

Tardivo, A., Martín, C. C. S. (2023). A study of blockchain adoption in the rail sector. *Transportation Research Procedia*, 72, 1396-1403. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352146523009018>

Tran-Dang, H., Krommenacker, N., Charpentier, P., & Kim, D. S. (2022). The internet of things for logistics: Perspectives, application review, and challenges. *IETE Technical Review*, 39(1), 93-121. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02564602.2020.1827308>

Väätäinen, K., Laitila, J., Anttila, P., Kilpeläinen, A., & Asikainen, A. (2020). The influence of gross vehicle weight (GVW) and transport distance on timber trucking performance indicators: Discrete event simulation case study in Central Finland. *International Journal of Forest Engineering*, 31(2), 156-170. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/14942119.2020.1757324>

Valencia-Payan, C., Grass-Ramírez, J. F., Ramirez-Gonzalez, G., & Corrales, J. C. (2022). Smart contract for coffee transport and storage with data validation. *IEEE Access*, 10, 37857-37869. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9749279>

Vergara, S. C. (2006). *Métodos de pesquisa em administração*. Atlas.

Wanga, L., Wangb, H., Huangc, M., & Daib, W. (2024). The impacts of blockchain adoption in fourth party logistics service quality management. *International Journal of Industrial Engineering Computations*, 15, 737-754. <http://m.growingscience.com/beta/ijiec/7042-the-impacts-of-blockchain-adoption-in-fourth-party-logistics-service-quality-management.html>

Williamson, O. E. (1993). Transaction cost economics and organization theory. *Journal of Industrial and Corporate Change*, 2, 107-156. <https://academic.oup.com/icc/article-abstract/2/2/107/888408?login=false>

Williamson, O. E. (1996). Economics and organization: A primer. *California Management Review*, 38(2), 131-146. <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.2307/41165836>

Winkelhaus, S., & Grosse, E. H. (2020). Logistics 4.0: A systematic review towards a new logistics system. *International Journal of Production Research*, 58(1), 18-43. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00207543.2019.1612964>

Wu, C., Xiong, J., Xiong, H., Zhao, Y., & Yi, W. (2022). A review on recent progress of smart contract in blockchain. *IEEE Access*, 10, 50839-50863. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9771454>

Wu, J., & Yu, J. (2022). Blockchain's impact on platform supply chains: Transaction cost and information transparency perspectives. *International Journal of Production Research*, 61(11), 3703-3716. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00207543.2022.2027037>

Yingfei, Y., Mengze, Z., Zeyu, L., Ki-Hyung, B., Avotra, A. A. R. N., & Nawaz, A. (2022). Green logistics performance and infrastructure on service trade and environment-measuring firm's performance and service quality. *Journal of King Saud University-Science*, 34(1), 101683. 1-10. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1018364721003451>

Zamora Torres, A. I., & Rendón, O. H. P. (2013). El transporte internacional como factor de competitividad en el comercio exterior. *Journal of Economics, Finance and Administrative Science*, 18(2), 108-118. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2077188613700350>

Zheng, Z., Xie, S., Dai, H. N., Chen, W., Chen, X., Weng, J., & Imran, M. (2020). An overview on smart contracts: Challenges, advances and platforms. *Future Generation Computer Systems*, 105, 475-491. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167739X19316280>