

## O Uso dos Contratos Inteligentes da Gestão dos Custos de Transação: Revisão Sistemática de Literatura

Oswaldo Alencar Billig; Professor do Centro Universitário Dinâmica das Cataratas,  
billig@udc.edu.br

Gilberto Perez; Professor do PPGA - Universidade Presbiteriana Mackenzie,  
gperez@mackenzie.br

### RESUMO ESTUTURADO

**Introdução/Problematização:** Ao tempo que as organizações empregam esforços na busca de equilíbrio dos custos e na competitividade, novas evoluções tecnológicas registrada nas últimas décadas, propiciaram transformações e revoluções na gestão das empresas, as quais foram capazes de modificaram radicalmente o convívio da sociedade por meio do compartilhamento de informações em grandes volumes, e de forma praticamente instantânea.

**Objetivo/proposta:** No intento de compreender a evolução das pesquisas científicas, este estudo buscou identificar o uso dos contratos inteligentes na gestão dos custos de transação, por meio da investigação do atual estado da arte dos estudos.

**Procedimentos Metodológicos:** A proposta pesquisa foi utilizar a RSL para identificar os estudos que foram realizados sobre o uso de contrato inteligente sob a perspectiva do custo de transação. Para tanto, foram efetuadas buscas por artigos científicos na base de dados eletrônicos da *Web of Science*, a partir dos seguintes termos: “Contratos Inteligentes” e “Custos de Transação”. A periodicidade da análise dos periódicos publicados foi de 2014, até setembro de 2024. A busca inicial retornou 154 documentos (*Articles, Proceeding Papers, Editorial Material*). Decidiu-se então selecionar apenas Artigos Científicos (*Articles*), o que resultou em 100 documentos, que foram analisados quanto a seus objetivos e contribuições.

**Principais Resultados:** Os resultados evidenciaram o importante volume de estudos direcionadas aos modelos teóricos, que abarcam os elementos Smart Contracts e custos de transação, porém é restrita as pesquisas que incorporam a aplicabilidade dos dois elementos e casos práticos.

**Considerações Finais:** Ainda que apresentados diversas aplicações dos contratos inteligentes e dos estudos voltados aos custos de transação, eles estão centrados em sua maioria, a construção e/ou desenvolvimento de ferramentas blockchain, o que é louvável, porém, encontrou-se limitados estudos de aplicabilidade nas organizações, com resultados mensuráveis, no que tangem aos custos de transação.

**Contribuições do Trabalho:** Como contribuições, foram apresentados diversos modelos de *smart contracts* para a melhoria dos custos de transações e demais atividades e processos das mais variadas organizações, que ao fim ao cabo, os estudos demonstraram significativas melhoras nos resultados operacionais. Neste entendimento, compreende-se que os resultados apontados neste estudo podem contribuir para as mais variadas organizações que ainda não contemplam em suas cadeias de suprimentos.

**Palavras-chave:** Contratos inteligentes; Blockchain; Gestão de custos; Custos de transação.

## 1. INTRODUÇÃO

A evolução tecnológica registrada nas últimas décadas, propiciaram transformações e revoluções tecnológicas, as quais foram capazes de modificaram radicalmente o convívio da sociedade por meio do compartilhamento de informações em grandes volumes, e de forma praticamente instantânea.

Entre tantas possibilidades tecnológicas disponibilizadas, uma delas destacou-se no âmbito empresarial, que é a arquitetura computacional nominada “*blockchain*”, que uma tecnologia de registro a qual permite a criação dos criptoativos, o que originou muitas possibilidades, dentre estas os chamados *smart contracts* ou contratos inteligentes.

Para Shane (2009) a tecnologia *blockchain* é uma inovação disruptiva, o que amplia o acesso a outras tecnologias, melhora a qualidade de diversos setores econômicos e possibilita a redução dos custos de transação, os quais estão presentes desde as primeiras etapas de um processo produtivo até a comercialização final de um produto ou serviço.

Os custos de transação incidem nas organizações ao transacionar com os demais atores, nos mais variados processos, tais como compra materiais, produção, venda, mão de obra, e demais processos organizacionais Haaskjold *et al* (2020), e decorrem da elaboração e negociação de contratos, da mensuração e fiscalização de direitos de propriedade, e do monitoramento do desempenho do parceiro, ou seja, são custos associados ao engajamento em transações e atividades contratuais Polski; Kearney, (2001).

Assim sendo, visando contribuir com um melhor entendimento sobre contratos inteligentes e os custos de transação, decidiu-se investigar a produção científica sobre o referido tema no estado da arte. Isto posto, definiu-se como o objetivo principal deste estudo, identificar na literatura já publicada, os principais aspectos dos estudos sobre o uso dos contratos inteligentes na gestão dos custos de transação.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo apresentam-se alguns autores que publicaram trabalhos relacionados à pesquisa, nos seguintes temas: Tecnologia do Contrato Inteligente e Teoria dos Custos de Transação.

### 2.1 Tecnologia do Contrato Inteligente

Os modelos de negócios são cada vez mais baseados em plataformas, que 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. Assim, o efeito competitivo dos ecossistemas de plataforma de comércio eletrônico são considerados no modelo tradicional de crescimento. No estudo de Ditzen, (2018), a convergência do modelo logístico e descreve a evolução do ecossistema empreendedor baseado no modelo estendido e com implementação prática e eficaz na tecnologia blockchain do.

Em uma evolução analógica na gestão organizacional, para uma abordagem digital baseada em tecnologias como IoT, Big Data, Inteligência Artificial, Machine Learning e Robótica (Covi et al., 2023), vem atuando como ecossistemas conectados, com elevado uso de

tecnologia e com funcionamento cada vez mais autônomo e autogerenciável, graças a Internet das Coisas (IoT), que traz o conceito de hiperconectividade e faz com que essas evoluções tecnológicas trabalhem em conjunto e partindo do conceito de uma rede unificada em prol de maiores benefícios.

Alguns exemplos de tecnologias aplicadas nas organizações, sob a ótica das cadeias produtivas, são elas: (Anand; Seetharaman, 2022).

- A Computação em Nuvem, que traz mais segurança e estabilidade para os dados armazenados na empresa;
- O Big Data, que permite um acúmulo de informações que podem ser utilizadas para evitar problemas e criar estratégias certas;
- O Machine Learning, que se beneficia dessa quantidade de dados do Big Data para simplificar o aprendizado de um equipamento e tornar o processo mais autônomo;
- A Inteligência Artificial, que apoia o Machine Learning na tomada de decisões.

As novas tecnologias relacionadas as cadeias produtivas, possibilitam atender o desenvolvimento da Indústria 4.0 e oferecem oportunidades para redesenhar cadeias de valor e criar novos modelos de negócios (Ruohomaa; Kantola; Salminen, 2018), por meio de sistemas flexíveis e capazes de se ajustar de acordo com as mudanças do mercado e as necessidades dos clientes (Barreto; Amaral; Pereira, 2017).

As empresas podem se envolver e aprimorar a colaboração interorganizacional com seus parceiros, como fornecedores e clientes, por meio de tecnologias de informação (Lohmer; Da Silva; Lasch, 2022). Em suma, pode-se afirmar que as principais características dos contratos inteligentes da seguinte forma, segundo Bottoni *et al* (2020):

- a. Automação : contratos inteligentes podem automatizar todos os tipos de operações, dentro dos limites de expressividade do contexto de programação do qual se originam, ou seja, a linguagem de programação para codificação de contratos no blockchain Ethereum pode codificar qualquer problema que possa ser resolvido por uma máquina de *Turing*, garantindo assim o máximo de flexibilidade possível para a implementação de contratos inteligentes.
- b. Determinismo: os contratos inteligentes executam apenas as ações para as quais foram projetados, sempre que as pré-condições relevantes ocorrem, com resultados totalmente determinados pelas entradas que recebem.
- c. Distribuição: os contratos inteligentes são replicados e distribuídos por todos os nós de uma rede blockchain, ao contrário do software mantido em servidores centrais.
- d. Imutabilidade: contratos inteligentes não podem ser modificados uma vez implementados; tal imutabilidade é uma restrição, bem como uma garantia para os usuários, que deriva diretamente de sua implementação no blockchain.
- e. Transparência: como os contratos inteligentes são baseados em blockchains, seu código-fonte não é apenas imutável, mas também visível para qualquer pessoa em blockchains públicas, bem como para todos os usuários autorizados em blockchains autorizados e privados.
- f. Confiança: contratos inteligentes transferem a confiança digital que é intrínseca a transações únicas no blockchain para o nível de relacionamentos contratuais

complexos. Como resultado, duas ou mais partes que não se conhecem agora podem interagir por meio de acordos contratuais que não exigem gerenciamento e supervisão caros por terceiros humanos.

Neste contexto, os *smart contracts* podem beneficiar as operações e procedimentos das organizações, por meio do reposicionamento da forma com que as empresas atuam no mercado, ou com a forma de processamento de informações, levando a uma nova forma de governança, e conseqüentemente aumentando a competitividade.

## 2.2 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 (1996) 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 devido ao interesse próprio e ao oportunismo dos parceiros (Ried *et al.*, 2021).

A Teoria dos Custos de Transação (TCT) representa a principal contribuição desta 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 importante aspecto da organização da firma, não é determinante da mesma; 3) as falhas de mercado são centrais à análise, o que confere importância às formas institucionais (Williamson, 1996).

No entendimento de (Barney; Hesterly, 2007), a teoria dos custos de transação está sustentada em duas conjecturas comportamentais no que concerne aos atores econômicos (pessoas ou organizações) empenhados em transações: racionalidade limitada e oportunismo.

Nos argumentos de (Farina; Azevedo; Saes, 1997), apontam para a importância do pressuposto comportamental de oportunismo e racionalidade limitada, está na exposição a surgimento aos problemas de adaptação oriundos dos contratos incompletos. Neste contexto, a racionalidade limitada implica contratos incompletos e por consequência futuras renegociações indesejáveis. No que tange ao oportunismo, isto propicia em as partes poderem se aproveitarem de uma renegociação, com atitude não ética e, conseqüentemente, estabelecendo perdas na transação.

No entendimento de Mackaay; Rousseau, (2020), dentro da teoria econômica existem dois fatores que influenciam diretamente a formação dos contratos e custos de transação mais complexos: a racionalidade limitada e o oportunismo. Sendo que a racionalidade advém das dificuldades das pessoas em acumular a analisar a informação de modo confiável. Já o oportunismo decorre da assimetria informacional entre as partes.

A Teoria dos custos de transação é uma das teorias organizacionais mais amplamente referenciadas nas pesquisas de gerenciamento das empresas (Cuyper *et al.*, 2021). Os custos de transação, podem ser reduzidos por meio do uso do Blockchain, pois permite transações transparentes e válidas (Schmidt *et al.*, 2021)

### 2.3 O Contrato Inteligente na Gestão dos Custos de Transação

Contratos Inteligentes (*Smart Contracts*), são programas de computador executados automaticamente, por meio de predeterminados procedimentos. Os contratos inteligentes, não são necessariamente baseados em blockchain, porém o termo está sendo usado 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 mantido como parte de um blockchain.

Os contratos inteligentes podem ser usados em diversas aplicações onde os usuários, eventos e outros contratos inteligentes podem acionar sua execução, com isto, podem servir vários propósitos organizacional, gerenciada e mantida por meio de um blockchain (Fiorentino; Bartolucci, 2021)

O termo "Blockchain" que se refere a uma tecnologia originada por Satoshi Nakamoto em 2008, onde implementou uma transação de bitcoin na rede peer-to-peer (Nakamoto, 2009), sendo que a tecnologia Blockchain, também conhecida como a rede de nós compartilhada, é um mecanismo de banco de dados avançado que permite o compartilhamento transparente de informações na rede de uma empresa, por meio de um banco de dados armazenados em blocos interligados em uma cadeia (Iansiti; Lakhani, 2017).

A tecnologia Blockchain usa uma infraestrutura de dados compartilhados que se renova em tempo real e pode transações usando algoritmos computacionais, com a potencialidade de melhorar as transações entre organizações, aumentando a confiança e o desempenho dos partícipes da rede no que tange a eficiência e transparência. (Lo *et al.*, 2018). No entanto, há de considerar os principais desafios para a adoção de Blockchain são amplamente classificados em aspectos organizacionais, técnicos, operacionais e sociais (Ghode *et al.*, 2020).

A aplicabilidade do Blockchain em organizações, ainda que não aplicado em sua plenitude, muitos dos resultados aparecem de forma nítida na redução das distorções dos fluxos de informações (Shen; Choi; Minner, 2019), massa é o potencial de transformar o setor de logística, melhorando a eficiência, a transparência e a segurança das operações de transporte de cargas (Kshetri, 2018)

Os principais benefícios do Blockchain para os negócios são economia de tempo, pois a verificação da liquidação da transação pela autoridade central é descartada, economia de custos à medida que os intermediários são reduzidos, esforços de duplicação são eliminados em uma rede autopolicada e totalmente protegida, pois evita adulteração, fraude e crime cibernético (Wang *et al.*, 2019).

O componente de confidencialidade da segurança limita a extensão da transparência (Xu *et al.*, 2021), no entanto, os recursos de Blockchain podem manter a segurança dos dados dentro de uma rede de cadeia de suprimentos e aumentar transparência ao mesmo tempo.

Há também uma falta de colaboração entre as organizações, know-how tecnológico limitado e capacidades internas, falta de padronização técnica no ecossistema e práticas regulatórias complicadas devido a variações nos controles de território em todo o mundo (Schmahl *et al.*, 2019).

Surden (2012), afirma que obrigações contratuais processáveis computacionalmente podem gerar grandes ganhos de eficiência (baixos custos de transação) quando implementados

de forma adequada. Muitas vezes existem custos complexos associados à negociação, avaliação e aplicação de termos contratuais, os custos de transação colocam o problema da organização econômica como um problema de contratação Williamson, (1985).

Assim, Ribeiro; Sonagli, (2017), relatam que os custos de transação podem interferir diretamente nas escolhas dos indivíduos em busca de uma solução aos problemas, interferindo no desenvolvimento econômico. Para tanto, os “contratos inteligentes” podem estimular condutas que minimizam tais custos, criando um cenário de maior cooperação e maior fluxo de negociações.

### 3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A revisão da literatura tem como objetivo permitir ao pesquisador mapear e analisar o território intelectual existente sobre determinado tema, com intuito de explorar o assunto da pesquisa para melhor desenvolvimento de um campo do conhecimento (Tranfield; Denyer; Smart, 2003). Uma forma para a revisão da literatura é realizar a Revisão Sistemática da Literatura (RSL), a qual tem por propósito a identificação, avaliação e interpretação de evidências da pesquisa que sejam relevantes sobre um assunto específico; identificação de lacunas na literatura para informar estudos e pesquisas futuras e minimização de tendências, utilizando métodos explícitos e sistemáticos (Maclure; Paudyal; Stewart, 2016).

A proposta pesquisa é utilizar a RSL para identificar os estudos que foram realizados sobre o uso de contrato inteligente sob a perspectiva do custo de transação, para tanto, foi efetuada busca por artigos científicos na base de dados eletrônicos da *Web of Science*, a partir dos seguintes termos: “Contratos Inteligentes” e “Custos de Transação”.

Definiu-se uma periodicidade da análise dos periódicos publicados, entre agosto de 2014 até agosto de 2024. Quanto aos objetivos, a pesquisa se caracteriza como descritiva, sendo uma abordagem bibliométrica, que de acordo com Creswell (2010), procura identificar as bibliografias sobre o tema. Por questão de organização, a pesquisa foi dividida em quatro etapas, a saber:

- Primeira foi a pergunta norteadora;
- Segunda, os critérios de busca com as inclusões e exclusões nas bases de dados;
- Terceira etapa, a análise e interpretação dos dados para demonstrar os principais conceitos e construtos sobre os artigos pesquisados;
- Quarta fase, os resultados alcançados e as considerações finais.

Como indicado anteriormente, a busca foi limitada apenas a ‘artigos científicos publicados em revistas’, com o uso dos descritores/*booleanos* “*smart contract\**” AND “*transaction cost\**”. A busca foi realizada pelo título, resumo e palavras-chave, sendo encontrados exatamente 100 artigos, conforme indicado no Quadro 1.

**Quadro 1:** Estratégia de busca e quantitativo de artigos encontrados nas bases de dados

Descritores	Artigos Encontrados
“ <i>smart contract*</i> ” (All Fields) and “ <i>Transaction cost*</i> ” (All Fields)	100

Fonte: Elaborado pelos autores, com dados da pesquisa, 2024.

Em um segundo momento, foi aplicado os filtros para título; resumo; palavras-chave e artigos do período de 2014 a 2024. Para a apresentação dos resultados foi utilizado programa bibliométrico VOSviewer® para a análise de títulos e resumos. Antes de carregar a base de dados com os artigos, foi criado um banco de dados para gerar as figuras com os *clusters*. Em seguida, foi escolhida a opção referente à seleção dos campos com títulos e resumos.

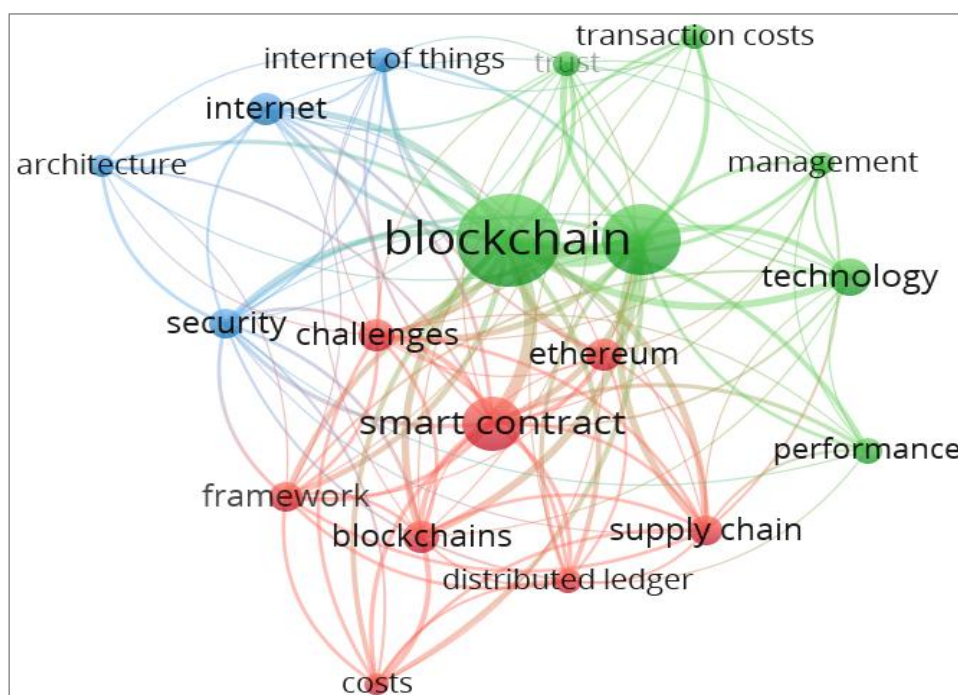
Os resultados da busca, a partir da aplicação dos filtros, para os termos: "*smart contract\**" and "*transaction cost\**" encontraram 100 artigos, que foram publicados nos anos de 2017 e entre 2019 e 2024, ou seja, nos anos de 2014, 2015, 2016 e 2018, não se encontrou publicações na base da Web of Science.

Em relação aos periódicos, destaca-se o *IEEE Access* com maior incidência de artigos, estando presente 11 vezes na pesquisa, e fator de impacto de 4,64 e Índice h: 242; depois o *Technological Forecasting and Social Change*, com três incidências e fator de impacto de 15,54 e Índice h: 179, e finalmente, o *Frontiers in Blockchain* com 03 incidências, com o fator de impacto 0,9.

#### 4. ANÁLISE DOS DADOS E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

Diante da seleção dos artigos por meio de descritores, "*smart contract\**" AND "*transaction cost\**", que são o foco central deste estudo, pode-se analisar as frequências de ocorrências de palavras chaves para os artigos validados, para verificar a relação entre as palavras-chave, por meio do uso do VOSviewer, algumas condicionantes foram limitadas, sendo a busca por três palavras chaves.

Com os filtros aplicados na seleção, o software VOSviewer®, os resultados demonstrados na Figura 1, em que se apresentam 46 itens em 04 *clusters*.



**Figura 1:** Relação entre palavras-chave

Fonte: Elaborado autores, com dados da pesquisa e uso do VOSviewer. 2024

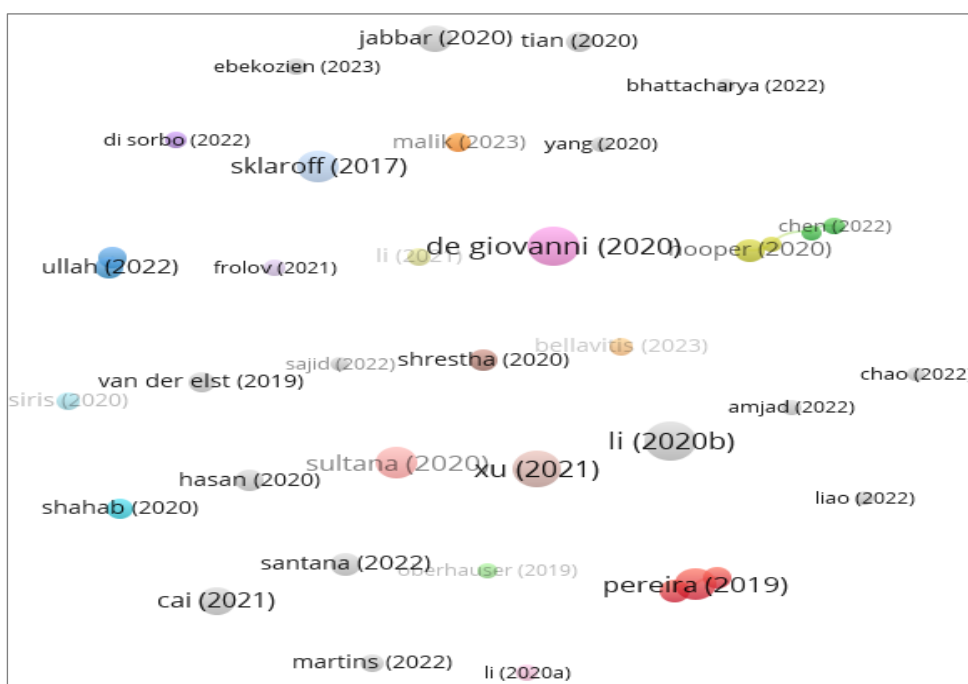
Para analisar de forma mais nítida, foram separadas as palavras-chave em quatro grupos/clusters, conforme apresentado no Quadro 1, considerando as palavras com cinco ou mais incidências, conforme visualizado na Figura 1.

**Quadro 1:** Clusters de palavras-chave

Cluster 01	Cluster 02	Cluster 03
Blockchains	Blockchain	Architecture
Challenges	Management	Internet
Cost	Performance	Internet of things
Distributed ledger	Smart Contract	Security
Ethereum	Tecnology	
Framework	Transaction cost	
Smart Contract	Trust	
Supply chain		

Fonte: Elaborado pelos autores, com dados da pesquisa, 2024.

Ao se verificar as relações das palavras chaves, permitiu identificar três *clusters*, e destes os com maior intensidade de conexões estão *Blockchain* e *Smart Contract*. Para a melhor compreensão dos artigos com maior quantidade de citações, a Figura 2 apresenta os autores com no mínimo dois documentos citados e os respectivos ano de publicação.

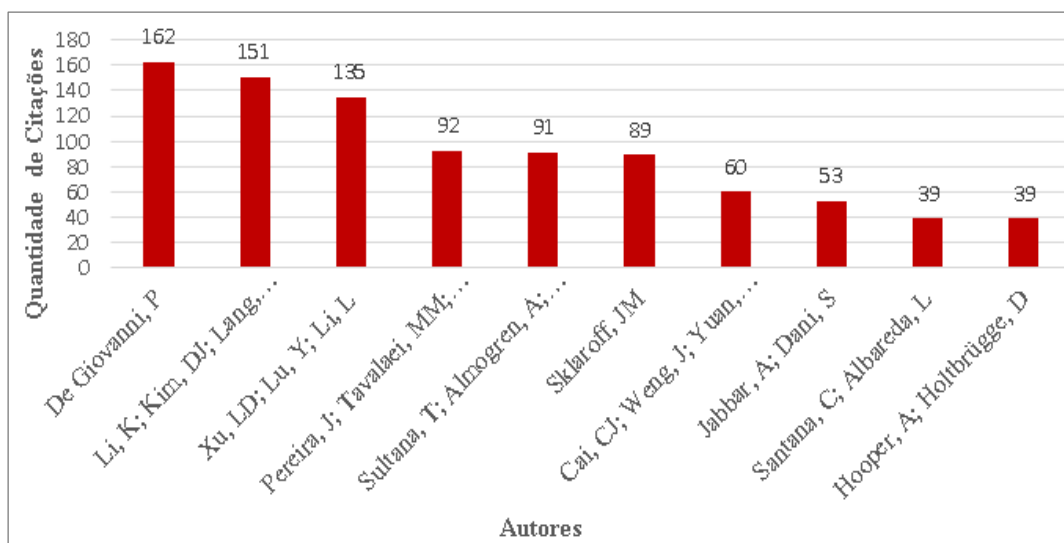


**Figura 2:** Relação de autores e ano de publicação dos artigos

Fonte: Elaborado pelos autores, com dados da pesquisa e uso do WOSviewer. 2024.

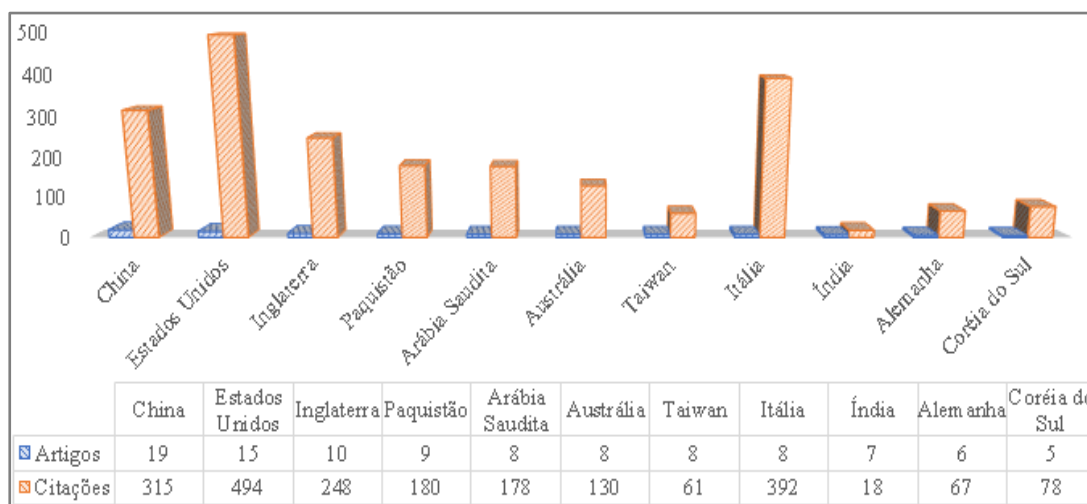


Objetivando a visualização do quantitativo de citações por autores, apresenta-se no Gráfico 1, somente os autores que foram citados pelo menos uma vez. Em especial atenção para os autores De Giovanni, (2020) que foram citados 162 vezes, Li *et al* (2020), 151 vezes, e Xu (2021) como 135 citações. Importante enfatizar que os artigos de 30 autores citações no período avaliado.



**Gráfico 1:** Citação de documentos por autor  
Fonte: Elaborado autores, com dados da pesquisa, 2024

Para a análise das publicações e citações por países, foi restringido em no mínimo de cinco artigos por país, sendo que estão em destaque no Gráfico 2. Ainda que os artigos norte-americanos tenham um total absoluto de 494 citações, o que chama atenção é os artigos Italianos que os 08 documentos, foram citados 392 vezes, perfazendo uma média de 49 citações por artigo.



**Gráfico 2:** Artigos e Citação por País  
Fonte: Elaborado pelos autores, com dados da pesquisa, 2024

Ao analisar os artigos com aderência destacada aos propósitos deste estudo, salienta-se os resultados da pesquisa De Giovanni e Pietro (2020), que abordam a cadeia de suprimentos composto por duas empresas, uma fornecedora e uma varejista, que os resultados demonstraram os altos custos de transação e o uso do blockchain, sendo que ao final identificaram que o uso de contratos inteligentes torna os aplicativos de blockchain mais convenientes operacionalmente e economicamente atraentes.

As empresas frequentemente hesitam em se envolver no compartilhamento de dados devido aos riscos e custos de transação elevados associados, o que direciona a busca de alternativas de redução de custos por meio de tecnologias associadas aos processos de gestão. Uma destas possibilidades são os contratos inteligentes baseados em blockchain podem potencialmente substituir certos contratos tradicionais por meio de execução descentralizada e custos de transação reduzidos Zhai; Shen; Mao, (2024).

Xu; Lu; Li (2021) afirmam que os recursos do blockchain, como descentralização, mecanismo de consenso, criptografia de dados e contratos inteligentes, são adequados para a construção de sistemas de IoT distribuídos para evitar ataques potenciais e reduzir custos de transação, o que avigora os resultados demonstrados por Hooper; Holtbrügge, (2020), comprovam como os contratos inteligentes podem reduzir os custos das transações, aumentar a confiança social e promover comportamentos de prova social que sustentam o desenvolvimento de modelos de negócios sustentáveis

A tecnologia blockchain foi analisada por Pereira; Tavalaei; Ozalp (2019), sob o aspecto de três dimensões, que são elas: custo de transação, custo de tecnologia e envolvimento da comunidade, comparando os ganhos de menores custos de oportunidade e incerteza graças a protocolos e contratos inteligentes na tecnologia blockchain versus os custos de maior coordenação e complexidade de (re)escrever esses contratos.

Sob a ótica da economia institucional, o blockchain é uma tecnologia institucional que minimiza os custos de transação e reduz muito a intermediação Frolow (2021). Essa afirmativa vem ao encontro dos resultados de Shi; Huang, (2022), sobre as dificuldades de financiamento de pequenas e médias empresas (PMEs), e em seus resultados apontam que a tecnologia blockchain desempenhou importante papel no processo de financiamento das PMEs, reduzindo intermediários, custos de crédito, e promovendo o desenvolvimento das PMEs e da economia real.

Uma das economias que está em crescente interesse na digitalização e automação de processos de gestão, é o campo da educação Rocha et al (2023), apresentam os principais resultados deste na implantação de uma plataforma blockchain e a análise de seus custos de transação, comprovando a aplicabilidade como um sistema para a contabilidade e verificação de empréstimos e eventos acadêmicos.

O uso do *blockchain* para aprimorar o marketing de conteúdo propicia a descentralização, transparência, rastreabilidade e os contratos inteligentes. A nova plataforma de podcast distribuída melhora as métricas de marketing de conteúdo e reduz os custos de transação Chang; Chen (2022), otimizando a plataforma de podcast como uma ferramenta útil de publicidade e marketing.

É importante registrar os argumentos de Vatiero (2022), sobre os contratos inteligentes que impedem ou limitam adaptações que aumentam a eficiência por uma intervenção legal ex-post, enquanto uma aplicação legal externa "fecha" ou conclui um contrato tradicional. Assim, em comparação com um contrato tradicional, um contrato inteligente apresenta uma desvantagem inicial relacionada à falta de uma adaptação legal ex-post. Para além disso, Preikschat (2021), expõem nos resultados da pesquisa o fato dos custos de transação serem imprevisíveis, o que pode causar baixo rendimento e limitações na escalabilidade,

Aliada ao entendimento da não identificação de vantagens dos contratos inteligentes, sob o aspecto dos custos de transação, López-Pimentel *et al* (2023), ao pesquisarem sobre blockchain aplicado em venda de veículos usados, demonstrou em seus resultados dos testes mostraram que o custo total de transação para cada carro ao longo de seu ciclo de vida não representou um custo excessivo considerando as vantagens que o sistema poderia oferecer para evitar fraudes.

A aplicação da tecnologia *blockchain* nas atividades contratuais propiciou significativa redução dos custos de transação, mas também a um enorme custo potencial de soluções judiciais que ordenem a reversão dos efeitos dos contratos inteligentes Correa, (2022)

Na pesquisa de Aksoy (2022), em estudo do mercado de empréstimos, o autor chega a conclusão de que contratos inteligentes são ferramentas promissoras para superar os fatores que afetam negativamente a eficiência do modelo de negócios, eliminando a necessidade de intermediários, com transparência, precisão e autenticidade; reduz os custos de transação; facilita o cumprimento das obrigações com os clientes.

Guan; Jang (2023) desenvolveram um novo sistema de leilões online, que demonstrou viabilidade econômica, com abordagem segura, transparente e confiável e com avaliação dos custos de forma assertiva. Caminho semelhante percorrido por Arshad *et al* (2024), ao desenvolver um modelo que apresenta mecanismos automáticos de detecção e resposta para falha, melhorando a resiliência da rede em 25%, proporcionando também uma redução de 20% na execução, custos operacionais e escalabilidade com um aprimoramento de 15%, ressaltando a eficiência do modelo em atividades de reparo e manutenção veicular.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao atendimento do objetivo proposto, identificaram-se poucos estudos sobre o uso dos contratos inteligentes na gestão dos custos de transação, e os estudos encontrados foram direcionadas as teorias e tecnologias. Não foi identificando estudos que demonstrasse quais custos de transação foram analisados e quais foram os resultados obtidos por meio do uso dos contratos inteligentes.

Ainda que apresentados diversas aplicações dos contratos inteligentes e dos estudos voltados aos custos de transação, eles estão centrados em sua maioria, a construção e/ou desenvolvimento de ferramentas blockchain, o que é louvável, porém, encontrou-se limitados estudos de aplicabilidade nas organizações, com resultados mensuráveis, no que tange aos custos de transação.

Como contribuições, foram apresentados diversos modelos de *smart contracts* para a melhoria dos custos de transações e demais atividades e processos das mais variadas organizações, que ao fim ao cabo, os estudos demonstraram significativas melhoras nos resultados operacionais. Neste entendimento, compreende-se que os resultados apontados neste estudo podem contribuir para as mais variadas organizações que ainda não contemplam em suas cadeias de suprimentos.

Diante dos resultados apurados, entende-se que há um espaço relevante a ser pesquisado e entendido como possível complementação do atual estado da arte e aplicabilidade conceitual, quando se refere aos elementos contratos Inteligentes e custos de transação. Destarte, se entende que há vastas oportunidades de explorar cenários em que identifique os custos de transações e seu comportamento em condições de uso de Smart Contracts nas mais variadas áreas de negócios.

Mesmo que a busca tenha sido nos últimos dez anos, a pesquisa limitou-se analisar artigos dos anos de 2017 e de 2019 a 2024. Em detrimento de não encontrar publicações nos de 2014, 2015 2016 e 2018, este fato possam ter limitado uma análise mais volumosa de documentos provavelmente melhorado a discussão no entorno dos contratos inteligentes e custos de transação.

Isto posto, admitindo com uma lacuna teórica e de implicação prática, aponta-se aqui para futuras pesquisas, alguns cenários:

- Identificar a relação entre smart contract e os custos de transação em áreas de negócios diversificadas;
- Analisar os possíveis impacto do uso dos smart contract em operações organizacionais, juntamente com os efeitos nos custos de transação;
- Propor uma modelo conceitual replicável, que permita analisar as relações entre os elementos smart contract e os custos de transação.

## REFERÊNCIAS

AKSOY, H. C. Is the syndicated loans market ready for distributed ledger technology? **Law and Financial Markets Review**, v. 16, n. 3, p. 242-252, 2022.

ANAND, A.; SEETHARAMAN, A. ENABLING. Smart logistics through interoperability of blockchain technology for sustainable supply chain ecosystem. **International Journal of Early Childhood Special Education (INT-JECS)**, v. 14, n. 3, 2022.

ANTE, L. Smart contracts on the blockchain – A bibliometric analysis and review. **Information Technology**. 2020.

ARSHAD, U. et al. Arquitetura de rede veicular descentralizada futurística e sistema de gerenciamento de reparos em blockchain. **IEEE Internet of Things Journal**, 2024.

- BARNEY, J. B.; HESTERLY, W. **Administração estratégica e vantagem competitiva**. São Paulo: Person Prentice Hall, 2007.
- BARRETO, L.; AMARAL, A.; PEREIRA, T. Industry 4.0 implications in logistics: an overview. **Procedia Manufacturing**, v. 13, p. 1245–1252, 2017.
- BARRINGER, B. R.; HARRISON, J. S. **Walking a Tightrope: Creating Value Through Interorganizational Relationships**. *Journal of Management*, 26(3), 367-403. 2000.
- BOTTONI, P; GESSA N; MASSA, G, PARESCHI R, SELIM, H; ARCURI, E. Intelligent Smart Contracts for Innovative Supply Chain Management. **Fronteiras em Blockchain**. 2020
- CHANG, S. E.; CHEN, T. Application of blockchain technology to podcast-based enterprise content marketing. **IEEE Access**, v. 10, p. 106324-106333, 2022.
- CORREA, J. D. A. Remedies to the Irreversibility of Smart Contracts in Colombian Private Law. **TalTech Journal of European Studies**, v. 12, n. 2, p. 113-145, 2022.
- COVI, A. et al. **Logística 4.0: várias definições, e as tendências**. WEBLOG, 2023.
- CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa: Métodos Qualitativo, Quantitativo e Misto**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.
- CUYPERS, I.; HENNART, J.; SILVERMAN, B. S.; ERTUG, G. Transaction cost theory: Past progress, current challenges, and suggestions for the future. **Academy of Management Annals**. 15, (1), 111-150. 2021.
- DE GIOVANNI, P. Blockchain and smart contracts in supply chain management: A game theoretic model, *International Journal of Production Economics*, v.228, 2020
- DITZEN, J. Cross-country convergence in a general Lotka–Volterra model. **Spatial Economic Analysis**, v. 13, n. 2, p. 191–211, 3 abr. 2018.
- DU, S. 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.
- FARINA, E. M. M. Q.; AZEVEDO, P. F.; SAES, M. S. M. **Competitividade: mercado, estado e organizações**. São Paulo: Singular,1997.
- FIORENTINO, S.; BARTOLUCCI, S. Blockchain-based smart contracts as new governance tools for the sharing economy. **Cities**, v. 117, 1 out. 2021.
- FROLOW, D. Blockchain and institutional complexity: An extended institutional approach. **Journal of Institutional Economics**, v. 17, n. 1, p. 21-36, 2021.

GHODE, D. et al. Adoption of blockchain in supply chain: an analysis of influencing factors. **Journal of Enterprise Information Management**, v. 33, n. 3, p. 437–456, 22 abr. 2020.

GUAN, Q.; JANG, H. A Decentralized Auction Model for Sustainable Housing Rental Market. **Sustainability**, v. 15, n. 21, p. 15467, 2023.

HAASKJOLD, H., ANDERSEN, B., LÆDRE, O.; AARSETH, W. Factors affecting transaction costs and collaboration in projects. **International Journal of Managing Projects in Business**, Vol. 13 No. 1, pp. 197-230, 2020.

HOOVER, A.; HOLTBRÜGGE, D. Blockchain technology in international business: changing the agenda for global Governance. **Review of International Business and Strategy**, Vol. 30 No. 2, pp. 183-200. 2020.

IANSITI, M. et al. The Truth About Blockchain. **Harvard business review**, v. 95, n. 1, p. 118-127, 2017.

KSHETRI, N. Blockchain and sustainable supply chain management in developing countries. **International Journal of Information Management**, v. 60, 1 out. 2021.

KSHETRI, N. Blockchain's roles in meeting key supply chain management objectives. **International Journal of Information Management**, 39, 80-89.2018.

LI, H.; DAN J.; KIM, K, R. LANG, R. J.; KAUFFMAN, M. N. How should we understand the digital economy in Asia? Critical assessment and research agenda, **Electronic Commerce Research and Applications**, v 44, 2020.

LO, S. K. et al. Evaluating Suitability of Applying Blockchain. Proceedings of the IEEE International Conference on Engineering of Complex Computer Systems, ICECCS. Anais...**Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.**, 14 fev. 2018.

LOHMER, J.; DA SILVA, E. R.; LASCH, R. Blockchain Technology in Operations & Supply Chain Management: A **Content Analysis**. **Sustainability** (Switzerland), v. 14, n. 10, 1 maio 2022.

LÓPEZ-PIMENTEL, J. C. et al. NFT-vehicle: A blockchain-based tokenization architecture to register transactions over a vehicle's life cycle. **Mathematics**, v. 11, n. 13, p. 2801, 2023.

MACKAAY, E.; ROUSSEAU, S. **Análise Econômica do Direito**. Trad. Rachel Sztajn. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2020. p. 521.

MACLURE, K.; PAUDYAL, V.; STEWART, D. Reviewing the literature, how systematic is systematic? **International Journal of Clinical Pharmacy**, v. 38, n. 3, p. 685–694, 1 jun. 2016.

NAKAMOTO, S. Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system. 2008. Disponível em <https://assets.pubpub.org/d8wct41f/31611263538139.pdf>

PEREIRA, M. J.; TAVALAEI, M.; OZALP, H. Blockchain-based platforms: Decentralized infrastructures and its boundary conditions, *Technological Forecasting and Social Change*. V.146. 2019.

POLSKI, M. M.; KEARNEY, A. T. Measuring transaction costs and institutional change in the US commercial banking industry [Discussion Paper]. **Institute for Development Strategies**. Indiana, 2021.

PORTAL DA INDÚSTRIA. Infraestrutura - O que é, quais os tipos, seus desafios e prioridades. Disponível em: <<https://www.portaldaindustria.com.br/industria-de-a-z/infraestrutura/>>. Acesso em: 21 jul. 2024.

PREIKSCHAT, K. et al. Trusted systems of records based on Blockchain technology-a prototype for mileage storing in the automotive industry. **Concurrency and Computation: Practice and Experience**, v. 33, n. 1, p. e5630, 2021.

RANFIELD, D.; DENYER, D.; SMART, P. Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review. **British Journal of Management**, v. 14, p. 207–222, 2003.

RIBEIRO, M. C. P.; SONAGLI, J. A Teoria de Coase e o papel do direito para a eficiência das relações empresariais. **Economic Analysis of Law Review**, V. 8, nº 1, p. 18-34, 2017. p. 30.

RIED, L. et al. Spillover effects of information leakages in buyer–supplier–supplier triads. **Journal of Operations Management**, v. 67, n. 3, p. 280–306, 1 abr. 2021

ROCHA, G. S. R. et al. Blockchain, Quo Vadis? Mudanças Recentes nas Perspectivas sobre a Aplicação da Tecnologia no Agronegócio. **Future Internet**, v. 15, n. 1, p. 38, 2023.

RUOHOMAA, H.; KANTOLA, J.; SALMINEN, V. Value network development in industry 4.0 environment. *Advances in Intelligent Systems and Computing*. Anais...**Springer Verlag**, 2018.

SCHMAHL, A. et al. **Resolving the Blockchain Paradox in Transportation and Logistics**. Boston Consulting Group, 2019.

SCHMIDT, M. C. et al. Ecosystems 4.0: redesigning global value chains. **International Journal of Logistics Management**, v. 32, n. 4, p. 1124–1149, 15 out. 2021.

SHANE, S. **Technology Strategy for Managers and Entrepreneurs**. Pearson Education, New Jersey, 2009.

SHEN, B.; CHOI, T. M.; MINNER, S. A review on supply chain contracting with information considerations: information updating and information asymmetry. **International Journal of Production Research**. Taylor and Francis Ltd., 2019.

SHI, W.; HUANG, Q. The blockchain technology applied in the development of real economy in jiangsu under deep learning. **Computational Intelligence and Neuroscience**, v., n. 1, p. 3088043, 2022.

SURDEN, H. Computable Contracts. **UC Davis Law Review**, Vol. 46, No. 629, 2012.

VATIERO, M. Contratos inteligentes vs contratos incompletos: Um ponto de vista da economia de custos de transação. **Computer Law & Security Review**, v. 46, p. 105710, 2022.

WANG, Y. et al. Making sense of blockchain technology: How will it transform supply chains? **International Journal of Production Economics**, v. 211, p. 221–236, 1 maio 2019.

WILLIAMSON, O. E. **The Economic Institutions of Capitalism**. New York: The Free Press. 1985.

WILLIAMSON, O. E. Transaction Cost Economics and Organization Theory. **Journal of Industrial and Corporate Change**, v. 2, p. 107–156, 1993.

WILLIAMSON, Oliver E. Economics and organization: A primer. **California management review**, v. 38, n. 2, p. 131-146, 1996.

Xu, L; Lu, Y; Li, L. Embedding Blockchain Technology into IoT for Security: A Survey. **IEEE Internet of Things Journal**, v.8, n.13, July 1, 2021.

XU, P. et al. Blockchain as supply chain technology: considering transparency and security. **International Journal of Physical Distribution and Logistics Management**, v. 51, n. 3, p. 305–324, 7 abr. 2021.

Zhai, Z; Shen, S; Mao, Y. Toolbox for Migrating the Blockchain-Based Application from Ethereum to Hyperledger Fabric, **The Computer Journal**, Volume 67, Issue 4, April 2024.