



UNIVERSIDADE CATÓLICA PORTUGUESA

Impacto da transparência na cadeia de abastecimento com a adoção da tecnologia *Blockchain*

Duarte Pinto de Azevedo Pereira e Cunha



UNIVERSIDADE CATÓLICA PORTUGUESA

Impacto da transparência na cadeia de abastecimento com a adoção da tecnologia *Blockchain*

Trabalho Final na modalidade de Dissertação
apresentado à Universidade Católica Portuguesa
para obtenção do grau de mestre em Gestão com especialização em Controlo de
Gestão

por

Duarte Pinto de Azevedo Pereira e Cunha

sob orientação de
Rita Moura Bastos de Almeida Ribeiro

Católica Porto Business School
Julho, 2022

Agradecimentos

Primeiramente, gostaria de agradecer à Professora Rita Moura Bastos de Almeida Ribeiro todo o apoio, disponibilidade e empenho com que me orientou nesta dissertação.

Ao Professor Mário Amorim Lopes um agradecimento especial, pelo contributo fulcral e receptividade com que me elucidou e auxiliou no conhecimento relativo à tecnologia *Blockchain*.

Dirijo um agradecimento muito especial aos meus familiares por todo o apoio, pela força, incentivo e total ajuda na superação dos obstáculos que ao longo desta caminhada foram surgindo.

Resumo

Atualmente, existe uma maior exigência por parte dos clientes relativamente ao trajeto do produto ao longo da cadeia de abastecimento. Desta maneira, é crucial uma maior transparência, consequência da necessidade de uma maior legitimidade e autenticidade dos produtos. Neste sentido, a adoção da tecnologia *Blockchain* na cadeia de abastecimento poderá permitir o aumento da transparência, fundamental para o acréscimo de confiança dos consumidores e a construção de uma reputação positiva da organização, resolvendo assim problemas de assimetria de informação. Com o objetivo de compreender o impacto da tecnologia *Blockchain* na cadeia de abastecimento e o impacto da transparência na cadeia de abastecimento com a adoção da tecnologia *Blockchain*, realizou-se uma revisão da literatura, seguida por uma análise sistemática. Na revisão sistemática abordou-se a implementação da tecnologia *Blockchain* referente aos fluxos financeiros e não financeiros da cadeia de abastecimento. Deste modo, analisou-se os problemas evidenciados na cadeia de abastecimento tradicional, as vantagens e desvantagens da tecnologia *Blockchain* e o impacto da transparência na cadeia de abastecimento. Desta maneira, conclui-se que a tecnologia *Blockchain* impacta positivamente a cadeia de abastecimento, nomeadamente através do aumento da transparência. Como consequência, verifica-se um acréscimo de confiança ao longo da cadeia, assim como um aumento da simetria de informação, segurança e autenticação, causando um impacto positivo na cadeia de abastecimento.

Palavras-chave: *Blockchain*; cadeia de abastecimento; transparência; rastreabilidade; confiança.

Número de palavras: 8775

Abstract

Nowadays, there is a higher demand from customers regarding the path of the product along the supply chain. Due to this, it is essential to provide more transparency regarding these products in order to achieve a higher level of legitimacy and authenticity in them. In this sense, the adoption of Blockchain technology in the supply chain may allow for this, which is essential for increasing consumer confidence and building a positive reputation for the organization, thus solving information asymmetry problems.

To understand the impact of Blockchain technology on the supply chain and the impact of transparency in it, with the adoption of Blockchain technology, a literature review was carried out, followed by a systematic analysis. The systematic review addressed the implementation of Blockchain technology regarding the financial and non-financial flows of the supply chain. Thanks to it, the problems highlighted in the traditional supply chain, the advantages, and disadvantages of Blockchain technology and the impact of transparency on the supply chain were analyzed. With this, we can conclude that Blockchain technology positively impacts the supply chain, namely through increased transparency. Consequently, there is an increase in trust along the chain, as well as an increase in information symmetry, security, and authentication, causing a positive impact on the supply chain.

Keywords: Blockchain; supply chain; transparency; traceability; trust.

Índice

Agradecimentos	IV
Resumo	VI
Abstract	VIII
Índice de Figuras.....	XII
Índice de Tabelas.....	XIV
Introdução.....	16
1. Metodologia	19
2. Revisão de literatura.....	21
2.1. Definição <i>Blockchain</i>	21
2.1.1. Tipos de <i>Blockchain</i>	23
2.1.2. Mecanismo de consenso.....	25
2.1.3. <i>Smart contracts</i>	27
2.1.4. Benefícios, limitações e desafios da tecnologia <i>Blockchain</i>	29
2.2. Cadeia de abastecimento com a utilização da tecnologia <i>Blockchain</i>	32
3. Análise sistemática da implementação da <i>Blockchain</i>	36
3.1. Seleção da base de dados	36
3.2. Análise do impacto dos fluxos não financeiros	38
3.3. Análise do impacto dos fluxos financeiros.....	46
4. Conclusão	51
Referências	53

Índice de Figuras

Figura 1: <i>Flow chart</i> do processo de seleção e resultado do estudo.	36
Figura 2: Artigos analisados por setor de atividade, em número.	42
Figura 3: Problemas na cadeia de abastecimento tradicional mencionados por setor de atividade.	43
Figura 4: Principais vantagens da implementação da tecnologia Blockchain.	44
Figura 5: Relação entre a transparência e as principais vantagens mencionadas.	45
Figura 6: Impacto da transparência na cadeia de abastecimento.	48
Figura 7: Principais problemas relativos aos fluxos financeiros associados à cadeia de abastecimento.	49
Figura 8: Principais vantagens da implementação da tecnologia Blockchain relativos aos fluxos financeiros associados à cadeia de abastecimento.	50

Índice de Tabelas

Tabela 1: Benefícios e desvantagens dos principais algoritmos do mecanismo de consenso.....	27
Tabela 2: Análise da adoção da tecnologia <i>Blockchain</i> na cadeia de abastecimento.....	35
Tabela 3: Síntese das partes da cadeia de abastecimento envolvidas, por setor de atividade, dos artigos selecionados.	39
Tabela 4: Síntese de artigos sobre a implementação da tecnologia Blockchain na cadeia de abastecimento.....	41
Tabela 5: Síntese de artigos sobre a implementação da tecnologia Blockchain na parte dos fluxos financeiros da cadeia de abastecimento.....	47

Introdução

A transparência da cadeia de abastecimento é essencial para a construção de uma reputação positiva, para o desenvolvimento da confiança de todas as partes envolvidas e, conseqüentemente, para melhorar a credibilidade das estratégias da organização (Gardner et al., 2019).

Uma alternativa de potencialização da transparência da cadeia de abastecimento, poderá ser a adoção da tecnologia *Blockchain* que, apesar de ser utilizada e desenvolvida principalmente no setor financeiro, está a ser adaptada a outras indústrias (Bashir, 2018; Francisco & Swanson, 2018; Gupta, 2017).

A *Blockchain* surge como suporte para introduzir uma alternativa *peer to peer* de dinheiro eletrônico, denominada como *Bitcoin*, que permite a realização de transações entre duas partes sem a necessidade de percorrer por uma entidade centralizada (Hughes et al., 2019; Morkunas et al., 2019; Nakamoto, 2008). Desta forma, as características da tecnologia *Blockchain* permitem que todos os intervenientes possam verificar de forma automática os atributos das mercadorias, validar e, conseqüentemente, estabelecer o pagamento no momento em que o produto é recebido (Francisco & Swanson, 2018). Deste modo, poderá proporcionar eficiências e benefícios para a cadeia de abastecimento (Hughes et al., 2019; Saberi et al., 2019).

No sentido de compreender a importância da transparência na cadeia de abastecimento, as principais características da *Blockchain* e a adoção da tecnologia na cadeia de abastecimento, realizou-se uma análise da literatura.

Posteriormente, de forma a analisar o impacto da transparência na cadeia de abastecimento com a adoção da tecnologia *Blockchain*, elaborou-se uma revisão sistemática orientada por duas questões de investigação:

Questão 1: Impacto da tecnologia *Blockchain* na cadeia de abastecimento.

Questão 2: Impacto da transparência na cadeia de abastecimento com a adoção da tecnologia *Blockchain*.

A dissertação está dividida em 4 capítulos: a metodologia, capítulo 1, demonstra o método utilizado para responder às questões de investigação. Neste sentido, realizou-se a revisão da literatura e uma revisão sistemática. A revisão da literatura, no capítulo 2, introduz a tecnologia *Blockchain*, nomeadamente as suas principais características, assim como as diferenças mencionadas quando comparada com a tecnologia tradicional. Além destas, aborda os benefícios, limitações e desafios da tecnologia *Blockchain* e a aplicação da *Blockchain* na cadeia de abastecimento, evidenciando o impacto da tecnologia e os seus principais obstáculos.

Posteriormente, no capítulo 3, analisou-se e discutiu-se toda a informação recolhida através da revisão da literatura e a análise dos artigos. Numa primeira fase, realizou-se a análise de artigos referentes à implementação da tecnologia *Blockchain* na cadeia de abastecimento associado aos fluxos não financeiros. De seguida, investigou-se a implementação da tecnologia *Blockchain* referente aos fluxos financeiros da cadeia de abastecimento, observando-se os problemas encontrados, as vantagens e desvantagens da implementação da tecnologia e o impacto da transparência na cadeia de abastecimento.

A dissertação é finalizada com as conclusões finais sobre as duas questões de investigação e discute as possíveis limitações do trabalho. Neste capítulo, é descrito o contributo académico do trabalho final de mestrado e são descritas propostas de investigação futuras.

1. Metodologia

No sentido de responder às questões de investigação: “Qual o impacto da tecnologia *Blockchain* na cadeia de abastecimento?” e “Qual o impacto da transparência na cadeia de abastecimento com a adoção da tecnologia *Blockchain*?”, iniciou-se o estudo pela revisão da literatura existente. Através desta abordagem inicial, adquiriu-se e consolidou-se conhecimentos qualificados acerca das áreas em estudo.

Tendo em consideração a maturidade da tecnologia *Blockchain*, realizou-se uma revisão sistemática. Utilizou-se a revisão sistemática com o intuito de integrar e analisar as informações retiradas de um conjunto de estudos já realizados, possibilitando a investigação acerca da consistência e generalização dos resultados (Sampaio & Mancini, 2007), a fim de obter uma resposta mais coesa relativamente à questão de investigação.

Esta revisão sistemática foi efetuada de acordo com as diretrizes PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*). Assim, foi realizada uma pesquisa da literatura, de forma a identificar artigos académicos sobre o impacto na transparência da cadeia de abastecimento da adoção da tecnologia *Blockchain*. Foram examinados os artigos das seguintes bases de dados, entre 01 de janeiro de 2017 a 31 de março de 2022: *Science direct*, *Springer* e *IEEE*. As expressões de pesquisa utilizadas foram: (*'supply chain'*) AND (*'Blockchain'*); (*'supply chain finance'*) AND (*'Blockchain'*).

Foram incluídos *research articles* e *case reports* realizados a partir do ano 2017, uma vez que há uma maior investigação e utilização da tecnologia a partir dessa época, tanto em inglês como em português.

Foram excluídas todas as referências que não cumpriam os critérios de inclusão. Além destes, excluíram-se estudos que não aplicam a tecnologia *Blockchain* na cadeia de abastecimento, assim como estudos duplicados e aqueles

que não vão em direção às questões de investigação, de acordo com o título inicial e o resumo.

Após a análise detalhada dos artigos incluídos na revisão sistemática, realizaram-se duas tabelas de extração de dados: uma análise da cadeia de abastecimento na parte dos fluxos não financeiros e uma análise da cadeia de abastecimento na parte dos fluxos financeiros. Posteriormente, efetuaram-se gráficos da informação recolhida das tabelas para uma melhor análise, discussão e, conseqüentemente, conclusão dos dados obtidos.

Por ser uma revisão sistemática, é de referir limitações metodológicas como o facto de não ser uma fonte primária, pelo que a informação recolhida nem sempre apresenta o detalhe necessário para as questões de investigação abordadas.

2. Revisão de literatura

2.1. Definição *Blockchain*

Uma alternativa de potencialização da transparência da cadeia de abastecimento, poderá ser a adoção da tecnologia *Blockchain* que, apesar de ser utilizada e desenvolvida principalmente no setor financeiro, está a ser adaptada a outras indústrias (Bashir, 2018; Francisco & Swanson, 2018; Gupta, 2017).

A *Blockchain* surge como suporte para introduzir uma alternativa *peer to peer* de dinheiro eletrónico, denominada como *Bitcoin*, que permite a realização de transações entre duas partes sem a necessidade de percorrer por uma entidade centralizada (Hughes et al., 2019; Morkunas et al., 2019; Nakamoto, 2008). A *Blockchain* é uma base de dados distribuída que é partilhada e acordada numa rede *peer to peer*, consistindo numa sequência de blocos interligados, com transações asseguradas por uma chave de criptografia e verificada pela comunidade da rede (Bashir, 2018). Neste sentido, os blocos integrados tornam-se inalteráveis, ou seja, estes não podem ser alterados ou apagados de forma individual (Wang et al., 2019). Por outro lado, os blocos são verificados e geridos de forma automatizada e partilhada pelos nós que estão patentes na rede *Blockchain* e, portanto, quando existe uma nova transação ou alteração da transação, há a necessidade dos nós da rede aprovarem a nova transação, de acordo com os protocolos pré-estabelecidos, para que este novo bloco seja integrado na *ledger*¹ da *Blockchain* (Saberri et al., 2019). Desta forma, segundo Wang et al. (2019), a utilização em simultâneo do processo de verificação com os métodos de encriptação, pode aumentar o nível de proteção contra o acesso ou manipulação não permitidos.

¹ Livro razão, com o objetivo de registar informações.

Desta maneira, quando surge uma nova transação, esta passa por seis passos para que seja aprovada na rede *Blockchain*, sendo, segundo Morkunas et al. (2019), inicialmente alterada para uma proposta de troca em *hash*² e assegurada na *ledger* como uma candidata, a qual contém propriedades como remetente, recetor, data, hora, ativo e quantidade. Após estas etapas, é disponibilizada com uma assinatura criptográfica específica que garante a integridade e legitimidade do registo e, posteriormente, é transmitida para o sistema para a validação e autenticação. De seguida, os nós da rede autenticam a transação, para que depois de autenticada esta seja incorporada ao registo digital, sendo, por fim, realizada a transferência entre os dois membros (Huang & Thürer, 2019). Desta forma, todas as transações que são adicionadas na rede estão conectadas às previamente realizadas, concedendo um histórico de informação, inalterável e a possibilidade de fiscalizar as operações já efetuadas (Bashir, 2018; Morkunas et al., 2019; Huang & Thürer, 2019).

De acordo com Iansiti and Lakhani (2017), as principais diferenças entre a tecnologia *Blockchain* e a tecnologia tradicional, são a presença de uma *ledger* distribuída, permitindo que cada nó tenha acesso a toda a base de dados. Como consequência, cada nó apresenta a possibilidade de analisar os registos de todas as transações na rede, sem um intermediário, e a existência de uma comunicação direta entre os nós da rede, em que cada *ledger* armazena os dados e remete para os nós conectados (Saberri et al., 2019; Wüst & Gervais, 2018). As informações asseguradas na *Blockchain* são perpétuas, imutáveis, estruturadas cronologicamente e acessíveis para os nós que a integram. Por fim, esta tecnologia apresenta a lógica computacional, em que as transferências podem ser programadas automaticamente entre os utilizadores, por meio da aplicação de algoritmos e sem a necessidade de uma autoridade centralizada (Tapscott & Tapscott, 2017; Grupta, 2017; Iansiti & Lakhani, 2017).

² Identificação única, que procede ao reconhecimento do bloco e da sua informação.

2.1.1. Tipos de *Blockchain*

No que diz respeito à estrutura de autorização da rede *Blockchain*, existem três tipos: pública, privada e de consórcio.

- ***Blockchain pública ou permissionless:*** existe a possibilidade de qualquer utilizador ou nó integrar a rede (Bashir, 2018; Casino et al., 2019; Chang et al., 2020; Du et al., 2020; Kim et al., 2022). No entanto, antes de ser realizada a transação, a identidade entre as duas partes envolvidas é um pseudónimo ou anónima, ou seja, não são conhecidas (Swanson, 2015; Wang et al., 2019). Desta forma, uma *Blockchain* pública implica que haja uma menor privacidade em relação às transações, assim como requer uma significativa capacidade computacional para que ocorra o registo distribuído de todos os intervenientes (Morkunas et al., 2019). Desta maneira, no caso da rede *Blockchain* da *Bitcoin*, existe a necessidade de cada nó, ou seja, cada utilizador, resolver um problema criptográfico complexo e excessivo em recursos, de modo a assegurar a sincronização da *Blockchain* (Falazi et al., 2019; Miller, 2019). Para além da *Bitcoin*, a *Ethereum* é outro exemplo de *Blockchain* pública (Bashir, 2018; Falazi et al., 2019; Morkunas et al., 2019; Wüst & Gervais, 2018).
- ***Blockchain privada ou permissioned:*** viabiliza aos utilizadores ou grupo de utilizadores que a integram, a capacidade de aceder e visualizar os dados. Desta maneira, todos os participantes sabem a identidade dos utilizadores antes de serem realizadas as transações (Casino et al., 2019). A permissão para que novos utilizadores integrem a *Blockchain*, segundo Morkunas et al. (2019), pode variar entre os participantes já existentes e uma autoridade central que autoriza a entrada de novos utilizadores (Kim et., 2020; Liu, 2021; Miller, 2019;

Wüst & Gervais, 2018). De acordo com Bashir (2018), um exemplo de *Blockchain* privada é a *Quorum*.

Desta forma, ao invés do que acontece numa *Blockchain* pública, a privada oferece uma maior privacidade nas transações, sendo este um ponto fundamental para as transações que envolvem dados financeiros. Neste sentido, a implementação de uma *Blockchain* privada ou *permissioned* faz com que ocorra uma maior facilidade na redução de custos, consequência da diminuição dos gastos com energia, um acréscimo de confiança, uma maior fiabilidade e um nível de eficiência mais elevado (Casino et al., 2019; Morkunas et al., 2019).

Por outro lado, tanto a *Blockchain* pública como a privada apresentam um sistema distribuído *peer to peer*. Deste modo, os utilizadores que a integram obtêm uma cópia de uma *ledger* exclusivamente com o registo das transações que foram efetuadas. Além desta particularidade, ambas utilizam o mecanismo de consenso para a sincronização da *Blockchain* e asseguram uma *ledger* imutável, independentemente da malícia de alguns membros (Morkunas et al., 2019).

De acordo com Casino et al. (2019) e Zheng et al. (2018), observa-se, além da *Blockchain* pública e privada, a existência de um terceiro tipo, a *Blockchain* de consórcio ou *federated*, o qual pode ser integrado na categoria *permissioned*.

- ***Blockchain* de consórcio ou *federated***: Apenas os participantes verificados por nós pré-definidos podem pertencer à rede (Casino et al., 2019; Dujak & Sajter, 2019; Kim et al., 2022; Niranjanamurthy et al., 2019). Deste modo, há a possibilidade de restringir ou não o acesso à informação patente na *ledger* para o exterior (Zheng et al., 2018).

Desta forma, a Hyper, uma organização comercial que trabalha com instituições financeiras, consórcios de bancos e *start ups*, com o objetivo de reduzir riscos de liquidação e custos em instrumentos financeiros (Swanson, 2015), suporta a *Hyperledger* (Casino et al., 2019; Meng et al., 2021; Niranjanamurthy et al., 2019; Zheng et al., 2018). Além desta, a R3, um consórcio constituído por instituições financeiras, também integra uma *Blockchain* de consórcio ou *federated* (Casino et al., 2019; Guo & Liang, 2016; Niranjanamurthy et al., 2019).

2.1.2. Mecanismo de consenso

O mecanismo de consenso foi integrado na rede da *Blockchain*, com o intuito de respeitar o acordo existente entre os nós do sistema. Neste sentido, como a *Blockchain* é um *ledger* distribuído, sem a necessidade da validação de uma terceira parte, adota um algoritmo de consenso para a criação e autorização de novos blocos (Chang et al., 2020; Lashkari & Musilek, 2021; Naz & Lee, 2020).

Desta forma, para implementar um mecanismo de consenso na *Blockchain*, é importante compreender qual é o tipo de rede que está a ser utilizado, de modo a que o mecanismo seja o mais adequado possível (Bashir, 2018; Casino et al., 2019; Lashkari & Musilek, 2021).

De modo a que o mecanismo de consenso tenha o impacto pretendido na *Blockchain*, existe a exigência do cumprimento de um conjunto de propriedades nomeadamente: *agreement*, em que todos os nós decidem o mesmo valor, *termination*, os nós terminam a execução do processo de consenso, e *validity*. Além destes, existem outras características importantes como a *fault tolerant*, em que o algoritmo de consenso deverá ter a capacidade de estar patente nos nós nocivos da rede, e a *integrity*, que impossibilita que um nó tome mais do que uma decisão num ciclo de consenso (Bashir, 2018).

De acordo com Ramkumar et al. (2020), Mingxiao et al. (2017), e Saleh (2021), os principais algoritmos de consenso adotados na *Blockchain* são o *proof of work (PoW)* e o *proof of stake (PoS)* (tabela 1).

No que diz respeito ao *proof of work (PoW)*, o consenso é alcançado através da resolução de um problema matemático, sendo que o primeiro nó a resolver o problema, cria um novo bloco e, conseqüentemente, obtém uma recompensa. Por outro lado, este algoritmo de consenso apresenta inúmeras fraquezas, nomeadamente o desperdício de recursos, causado pela elevada necessidade de energia, e a lenta velocidade das transações, consequência da diminuição da criação de novos blocos (Mingxiao et al., 2017; Naz & Lee, 2020). Por fim, devido ao acréscimo da dificuldade na mineração (Nakamoto, 2008), algumas organizações criam um *pool*, de forma a resolver o problema em conjunto (Mingxiao et al., 2017). Desta forma, o algoritmo de mecanismo de consenso *proof of work* é vantajoso quando é implementado numa *Blockchain* pública, como por exemplo na *Bitcoin*, ao contrário do que acontece quando é adotado na *Blockchain* Privada (Gupta, 2017).

De acordo com Ramkumar et al. (2020), o *proof of stake (PoS)* é útil para as tomadas de decisão, segurança e privacidade dos utilizadores, além de que, comparado com *PoW*, o *PoS* não consome tanta energia, nem necessita de tanta capacidade computacional. Em contrapartida, o algoritmo seleciona validadores de forma aleatória, apesar da sua contribuição para a rede ter impacto na seleção, como por exemplo o nível de *stake* em *tokens* (Nair & Dorai, 2021; Naz & Lee, 2020; Nguyen et al., 2019). Deste modo, não necessita de recorrer à resolução de um problema matemático como prova de trabalho (Naz & Lee, 2020; Saleh, 2021).

Algoritmo de consenso	Principais Benefícios	Principais Desvantagens	Exemplos
<i>Proof of work (PoW)</i>	Elevada segurança; Forte imutabilidade.	Elevada necessidade de computação; Excessiva necessidade de energia.	<i>Bitcoin</i>
<i>Proof of stake (PoS)</i>	Eficiência energética; Não existe a necessidade de hardware especializado.	Suscetível a ataques.	<i>Peer coin</i>
<i>Proof of elapsed time (PoET)</i>	Elevada tolerância a falhas.	Necessidade de especialização; Hardware.	<i>Hyperledger</i>

Tabela 1: Benefícios e desvantagens dos principais algoritmos do mecanismo de consenso.

Fonte: Ilustração própria; adaptada de Naz and Lee (2020).

2.1.3. *Smart contracts*

O conceito *smart contracts* foi introduzido por Nick Szabo em 1994 (Szabo, 1997), como um protocolo informatizado com a capacidade de executar os termos de um contrato. Sendo assim, um *smart contract* é caracterizado por ser distribuído, apresentar autonomia suficiente, de modo a não necessitar de monitorização, e um código legível, capaz de ser executado na tecnologia *Blockchain* (Alharby et al., 2018; Mohanta et al., 2018). Além das características anteriormente mencionadas, o conceito apresenta diversas propriedades, nomeadamente a auto-verificação, a auto-execução e a elevada dificuldade na sua alteração (Bashir, 2018; Gupta, 2017; Mohanta et al., 2018).

Existem dois tipos de *smart contracts*: os *deterministic* e os *non-deterministic*.

- ***Smart contract deterministic***: tipo de contrato que não necessita de qualquer informação externa à *Blockchain*, no momento em que há a execução (Alharby et al., 2018).
- ***Smart contract non-deterministic***: necessita de informação externa à *Blockchain* para ser executado, como a informação meteorológica, visto não estar patente na tecnologia *Blockchain* (Alharby et al., 2018).

Neste sentido, os *smart contracts* viabilizam um acréscimo de segurança em comparação aos contratos tradicionais, com redução de custos e o aumento da velocidade (Gupta, 2017; Mohanta et al., 2018), podendo ser executado automaticamente. Por exemplo, um *smart contract* pode estabelecer cláusulas contratuais, sob as quais sucede a transferência de obrigações entre organizações, ou pode integrar os termos e condições de um seguro de viagem, que pode ser executado automaticamente quando um voo é atrasado, tendo em consideração as horas mencionadas no contrato (Gupta, 2017). De acordo com Mohanta et al. (2018), os *smart contracts* oferecem uma maior precisão, a adoção de novos modelos operacionais e a redução de intermediários, assim como do risco de execução.

Deste modo, com o acréscimo da importância da tecnologia *Blockchain* surge a integração da mesma com os *smart contracts*, com o intuito de minimizar o custo e o tempo da resolução de problemas, sem a necessidade de uma terceira entidade (Casey & Wong, 2017; Mohanta et al., 2018), como mencionado anteriormente.

2.1.4. Benefícios, limitações e desafios da tecnologia *Blockchain*

Segundo Bashir (2018), e Gupta (2017), são inúmeras as vantagens que a implementação de uma tecnologia com as particularidades da *Blockchain* pode trazer a organizações de diversos setores, nomeadamente:

- **Decréscimo de custos:** ocorre devido à diminuição da necessidade de supervisores, uma vez que a supervisão é realizada pelos participantes da própria rede (Iansiti & Lakhani, 2017). Uma vez que todos os utilizadores conseguem ter acesso à *ledger*, existe uma redução dos intermediários e, por fim, é eliminada a duplicação de esforços (Angelis & Silva, 2019; Bashir, 2018; Belu, 2019; Gupta, 2017).
- **Poupança de tempo:** visto não ocorrer a necessidade de uma entidade central, a liquidação é realizada de forma mais célere, existindo uma redução significativa do tempo das transações, principalmente para interações mais complexas (Bashir, 2018; Belu, 2019).
- **Maior segurança:** devido às características da tecnologia *Blockchain*, todas as transações existentes na rede são protegidas criptograficamente, conseqüentemente, ocorre um acréscimo na proteção contra a fraude e manipulação da informação (Angelis & Silva, 2019; Bashir, 2018; Chang et al., 2020; Drescher, 2017).
- **Maior capacidade de fiscalização:** a existência de uma *ledger* partilhada, aumenta a facilidade da monitorização e da realização de auditorias nas transações entre os membros da rede (Bashir, 2018; Drescher, 2017).
- **Acréscimo da eficiência:** devido à digitalização dos ativos e, conseqüentemente, ao aumento da simplificação da transferência de propriedade, ocorre o acréscimo da eficiência (Gupta, 2017).

- **Aumento da transparência e confiança:** uma vez que a tecnologia *Blockchain* adota uma *ledger* distribuída, todos os membros que pertencem à rede podem ter acesso à informação que é disponibilizada na mesma (Angelis & Silva, 2019; Bashir, 2018; Belu, 2019; GTPC, 2017).

Por outro lado, é necessário colmatar algumas limitações da *Blockchain* de modo a transformá-la numa tecnologia mais útil e acessível (Bashir, 2018). Neste sentido, a escalabilidade, a regulação, a privacidade e o facto de ser uma tecnologia relativamente recente, são alguns dos principais desafios que a *Blockchain* apresenta.

Bashir (2018), e Gao et al. (2018), afirmam que a escalabilidade é um dos principais entraves na integração e desenvolvimento da tecnologia *Blockchain*. Deste modo, a existência de uma cópia de todas as transações realizadas na rede da *Blockchain* (Worley & Skjellum, 2018), poderá promover a possibilidade de ocorrer um elevado crescimento do tamanho da mesma, levando à diminuição da velocidade de distribuição e ao aumento do custo de armazenamento (Gao et al., 2018). Assim sendo, surge outra desvantagem no sistema causado pelo elevado consumo de energia. Neste sentido, para manter uma *ledger* distribuída, é fundamental o consumo de energia quando é criado um novo nó e é realizada a verificação, assim como poderá ser necessária uma elevada capacidade computacional (Golosova & Romanovs, 2018). Para além da limitação causada pela escalabilidade, de acordo com Gao et al. (2018), a disponibilidade do sistema, em particular a eficiência e a latência das transações, são colocados em causa devido ao aumento significativo das transações que ocorrem na rede.

A rastreabilidade da *Blockchain*, uma das principais vantagens desta tecnologia, pode fomentar preocupações sobre a privacidade dos seus utilizadores (Menon & Jain, 2021), visto que existe a significativa possibilidade

de, através de endereços de IP ou de pirataria, rastrear e conduzir, desde a transação até à identidade do utilizador (Gao et al., 2018). Segundo o autor Menon and Jain (2021), outro problema detetado, é o facto de surgir nesta tecnologia a falta de legitimidade, como consequência da ausência de uma autoridade reguladora centralizada e a inexistência de normas relacionadas com a *Blockchain*, que podem levar à incerteza na implementação da tecnologia. Desta maneira, por ser uma tecnologia relativamente recente, existe uma necessidade de desenvolver competências, de forma a compreender as particularidades da mesma.

Por fim, a vulnerabilidade do mecanismo de consenso e a complexidade e risco dos *smart contracts* são algumas das limitações da tecnologia *Blockchain*. Neste sentido, existe uma vulnerabilidade de 51% no mecanismo de consenso, que pode levar à manipulação da tecnologia, assim como à alteração dos dados da transação ou o impedimento de operações, nomeadamente de mineração na rede (Gao et al., 2018; Jonathan & Sari, 2019; Keenan, 2017; Saad et al., 2020; Sayadi et al., 2018). Deste modo, no caso do *proof of work*, quando um utilizador ou um grupo de utilizadores controlam mais do que 51% do poder computacional da *Blockchain* o ataque pode ser iniciado (Jonathan & Sari, 2019; Keenan, 2017; Sayadi et al., 2018). Além da vulnerabilidade supramencionada, existe uma dependência da estrutura da rede da *Blockchain*, no que diz respeito à ordem das transações e na data/hora definida em cada bloco (Menon & Jain, 2021). Esta elevada dependência dos *smart contracts*, poderá provocar um acréscimo da sua complexidade na definição do conteúdo e, conseqüentemente, aumentar o risco de serem alterados, devido a ataques, por serem mais vulneráveis (Menon & Jain, 2021; Sayadi et al., 2018).

2.2. Cadeia de abastecimento com a utilização da tecnologia *Blockchain*

A transparência da cadeia de abastecimento refere-se à capacidade de as empresas acompanharem todo o processo da cadeia, desde a aquisição da matéria prima até à entrega ao cliente, assim como a possibilidade de intervenientes externos visualizarem todas as etapas da cadeia de abastecimento (Gardner et al., 2019). De acordo com Gardner et al. (2019), a transparência para o exterior da organização é essencial para construir uma reputação positiva, desenvolver a confiança de todas as partes envolvidas e, conseqüentemente, melhorar a credibilidade das estratégias da organização. Lamming et al. (2001), identificou três níveis de transparência da cadeia de abastecimento: *opaque*, no qual nenhum tipo de informação é partilhada; *translucent*, onde apenas são partilhadas informações gerais; e *transparent*, no qual a informação é partilhada, de modo a que haja uma partilha do conhecimento e das competências.

Ao contrário do procedimento tradicional, onde a cadeia depende de intermediários para garantir o seu abastecimento, a integração da tecnologia *Blockchain* com um *ledger* distribuído permite que todos os intervenientes possam verificar de forma automática os atributos das mercadorias, validar e conseqüentemente, estabelecer o pagamento no momento em que o produto é recebido (Francisco & Swanson, 2018). Estas características poderiam, segundo Hughes et al. (2019), e Saberi et al. (2019), proporcionar potenciais eficiências e benefícios no contexto da cadeia de abastecimento e da logística de distribuição.

Desta maneira, segundo Ko et al. (2018), o facto de a tecnologia *Blockchain* permitir a transparência em tempo real, permite aos investidores supervisionar mais facilmente os gestores, assim como resolver problemas de assimetrias de informação entre os participantes do mercado. Atualmente, os clientes exigem

mais informações sobre os produtos que compram, sendo este requisito difícil, não rentável ou impossível, sobretudo devido à tecnologia tradicional utilizada para a obtenção de informação da cadeia de abastecimento, pelo que a *Blockchain* contém a possibilidade de enfrentar esse desafio (Francisco & Swanson, 2018; Ko et al., 2018; Montecchi et al., 2019).

Desta forma, Hughes et al. (2019), defende que a adoção da tecnologia *Blockchain* na cadeia de abastecimento, permitiria descrever de forma pormenorizada o trajeto do produto, desde o fornecedor até ao consumidor, aumentando a transparência da cadeia, melhorando a rastreabilidade, com o complemento da integração da tecnologia *RFID* e *GPS*, e transmitindo uma maior autenticidade e legitimidade dos produtos. Desta maneira, ao contrário de uma tecnologia tradicional, há a possibilidade de todos os registos da *Blockchain* serem verificados e partilhados dentro do sistema (Kshetri, 2018; Pilkington, 2016; Saberi et al., 2019; Wang et al., 2019).

Neste sentido, a implementação da tecnologia *Blockchain* facilita a recuperação de mercadorias roubadas e a prevenção de qualquer tipo de fraude que ocorra na cadeia de abastecimento, através da imutabilidade da rede, uma vez que apenas uma réplica verificada dos dados é armazenada entre todos os membros. Deste modo, os custos necessários para a cadeia de abastecimento e os desperdícios seriam reduzidos, devido à diminuição de intermediários (Boucher, 2017; Dujak & Sajter, 2019; Hughes et al., 2019; Morkunas et al., 2019).

Segundo o autor Saberi et al. (2019), a tecnologia *Blockchain* irá inovar a conceção da confiança nas cadeias de abastecimento. Ao contrário do que ocorre tradicionalmente, em que são implementadas relações a longo prazo com os seus parceiros, através da adoção da tecnologia *Blockchain* a confiança é pré-

estabelecida para todos os intervenientes, devido à transparência do sistema (Boucher, 2017; Dujak & Sajter, 2019; Nofer et al., 2017).

De acordo com Saberi et al. (2019), há a possibilidade de integrar uma presença digital de cada produto da cadeia de abastecimento, de modo a que os intervenientes tenham o acesso pormenorizado ao produto. Através desta característica, seria possível especificar pelo menos cinco aspetos do matéria prima, nomeadamente a sua proveniência, a qualidade, quantidade, localização e, por fim, a sua propriedade. Além destes, poderia limitar o acesso da informação sobre o produto, desenvolvendo uma ligação entre o perfil dos produtos e a sua identidade virtual na *Blockchain* (Gupta, 2017).

Começam a surgir organizações que adotam a tecnologia *Blockchain* na cadeia de abastecimento, nomeadamente a Everledger, uma empresa que rastreia a origem dos diamantes, desde a extração até ao retalhista. A Everledger cria um número de série para cada diamante, com o intuito de integrar a identificação de cada peça na rede e, conseqüentemente, o aumento da segurança, a redução de fraude e o acréscimo da rastreabilidade (Boucher, 2017). Além da organização supramencionada, Walmart desenvolveu uma simulação na sua cadeia de abastecimento com base na tecnologia *Blockchain*, com o intuito de registar e identificar mercadorias de forma precisa, com um acréscimo significativo na eficiência da cadeia, velocidade dos processos e na diminuição do desperdício e risco de segurança alimentar (Boucher, 2017; Kamath, 2018; Tan et al., 2018).

Concluindo, segundo Gupta (2017), o aumento da confiança, causado pela ausência de uma entidade que dispõe da informação, e o acréscimo de eficiência, que conduz à diminuição do tempo necessário para detetar e retificar falhas na cadeia, são algumas das vantagens da adoção da tecnologia *Blockchain*. Além

desta, a existência de observações específicas do trajeto e dos produtos, é outro dos benefícios com maior relevância.

A tabela 2 sintetiza as oportunidades, ameaças, vantagens e desvantagens internas da adoção da tecnologia *Blockchain* na cadeia de abastecimento.

Vantagens internas	Desvantagens internas
<ul style="list-style-type: none"> • Maior Transparência; • Maior eficiência; • Redução do risco; • Maior segurança; • Sincronização descentralizada; • Maior velocidade; • Sem a necessidade de um intermediário. 	<ul style="list-style-type: none"> • Escalabilidade; • Armazenamento; • Maturidade da tecnologia; • Complexa utilização e compreensão da tecnologia; • Consumo de energia.
Oportunidades	Ameaças
<ul style="list-style-type: none"> • Otimização de processos na cadeia de abastecimento; • Acréscimo da qualidade dos produtos e serviços; • Inovações em diversos setores; • Nova forma de confiança. 	<ul style="list-style-type: none"> • Investimento elevado para a implementação; • Dificuldades regulamentares; • Incerteza sobre o seu impacto da tecnologia nas organizações; • Necessidade de uma maior investigação; • Limitações por parte dos governos.

Tabela 2: Análise da adoção da tecnologia *Blockchain* na cadeia de abastecimento.

Fonte: Ilustração própria.

3. Análise sistemática da implementação da *Blockchain*

3.1. Seleção da base de dados

Foram identificados, no total, 4514 artigos. Após a remoção dos duplicados e a análise do título inicial e resumo, resultou num total de 80 estudos para análise de texto integral, como se pode observar na figura 1.

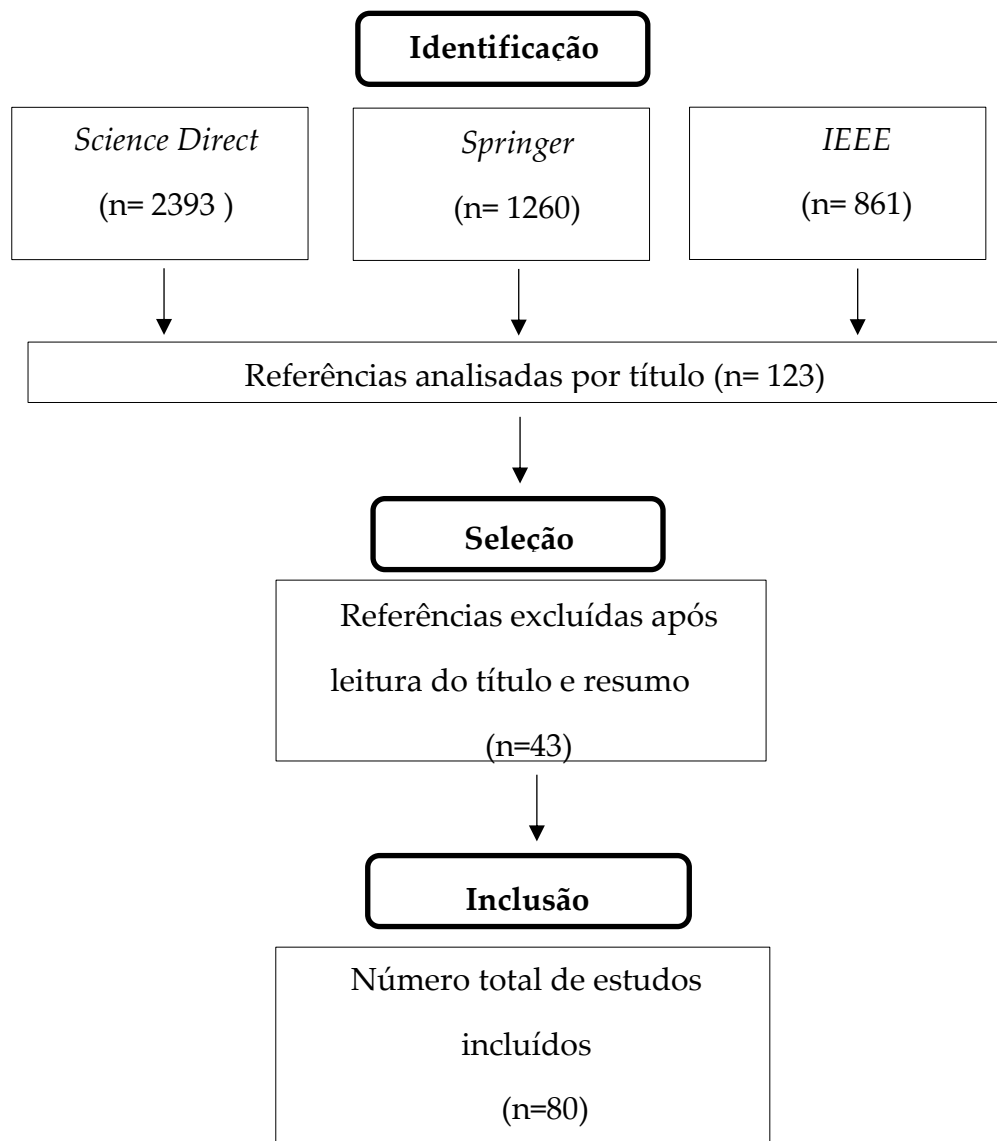


Figura 1: Flow chart do processo de seleção e resultado do estudo.

Fonte: Ilustração própria.

A análise dos artigos incluídos foi dividida em duas fases: uma análise de fluxos não financeiros (tabela 3 e tabela 4) e uma análise de fluxos financeiros (tabela 5).

Nas tabelas 3 e 4, realizou-se a extração dos seguintes dados: setor de atividade; problemas na cadeia de abastecimento; vantagens e desvantagens da implementação da tecnologia *Blockchain*; partes da cadeia de abastecimento envolvidas; impacto da transparência na cadeia de abastecimento. Na tabela 5 analisou-se os problemas encontrados na cadeia de abastecimento, as vantagens e desvantagens da implementação da tecnologia *Blockchain* e o impacto da transparência na cadeia de abastecimento. Através das tabelas supramencionadas pretende-se sintetizar a informação recolhida, de modo a permitir obter com maior exatidão resposta às questões de investigação propostas, uma vez que o fluxo financeiro e fluxo não financeiros são duas grandes partes envolventes na cadeia de abastecimento.

Através da análise do setor de atividade pretende-se compreender se o impacto da adoção da tecnologia *Blockchain* varia consoante o setor, assim como o impacto da transparência na cadeia de abastecimento.

Com o intuito de perceber as lacunas que a tecnologia *Blockchain* pode preencher a nível da cadeia de abastecimento, quando comparado com a tecnologia tradicional, foi realizada a extração dos problemas da cadeia de abastecimento tradicional, assim como os contributos positivos e negativos da implementação da tecnologia *Blockchain*.

Com a extração das partes da cadeia de abastecimento envolvidas e o impacto da transparência na cadeia de abastecimento, com a adoção da tecnologia *Blockchain*, pretende-se compreender se existem diferenças consoante o setor de atividade.

3.2. Análise do impacto dos fluxos não financeiros

A tabela 3 demonstra, por setor de atividade, quais as partes da cadeia de abastecimento envolvidas. Além deste fator, foram analisados os principais problemas encontrados na cadeia de abastecimento tradicional, assim como as vantagens e desvantagens encontradas na implementação da tecnologia *Blockchain* e o impacto da transparência na cadeia de abastecimento (tabela 4).

Setor de atividade	Partes da cadeia de abastecimento envolvidas	Autores
Setor alimentar.	Produtor, transformador e distribuidor (12, 16, 33, 37, 39, 40, 57); Consumidor (16, 40).	Madumidha et al. (2019) (2); Basnayake and Rajapakse (2019) (3); Yusuf et al. (2019) (4); Menon and Jain (2021) (8); Baralla et al. (2019) (9); Hayati and Nugraha (2018) (11); Malik et al. (2018) (12); Caro et al. (2018) (16); Mondal et al. (2019) (17); Miatton and Amado (2020) (18); Hegde et al. (2020) (19); Aich et al. (2019) (20); Malik et al. (2019) (21); Chuntang et al. (2020) (23); Tsoukas et al. (2021) (25); Sudha et al. (2021) (26); Pooja and Mundada (2020) (27); Afrianto et al. (2020) (28); Pradanna et al. (2020) (29); Cocco and Mannaro (2021) (31); Sathya et al. (2021) (32); Tian (2017) (33); Salah et al. (2019) (37); Shahid et al. (2020) (39); Chandra et al. (2019) (40); Vo et al. (2021) (42); Paul et al. (2021) (47); Köhler and Pizzol (2020) (49); Saurabh and Dey (2021) (50); Stranieri et al. (2021) (52); Behnke and Janssen (2020) (53); Casado-Vara et al. (2018) (55); Lu et al. (2022) (57); Garaus and Treiblmaier (2021) (58); Dietrich et al. (2021) (61); Majdalawieh et al. (2021) (63); Singh and Sharma (2022) (65).
Setor farmacêutico.	Desde os fabricantes até ao cliente final (20, 64); Fabricante, distribuidor, farmácia, consumidor e governo (38, 64).	Kumar and Tripathi (2019) (5); Botcha et al. (2019) (6); Omar et al. (2021) (7); Meghla et al. (2021) (10); Bocek et al. (2017) (14); Aich et al. (2019) (20); Yue and Fu (2020) (22); Sadri et al. (2021) (24); Pham et al. (2019) (38); Niu et al. (2021) (45); Panda and Satapathy (2021) (64); Yaqoob et al. (2021) (66).
Setor automóvel.	Fornecedor, fabricante e distribuidor (13,20).	Warnars and Abdurachman (2020) (1); Lu et al. (2019) (13); Reimers et al. (2019) (15); Aich et al. (2019) (20); Miehle et al. (2019) (35); Yuksel et al. (2021) (43).
Setor têxtil.	Fornecedor, distribuidor e retalho (34) e consumidor, produtor (48,60,62).	Guo et al. (2020) (30); Dasaklis and Casino (2019) (34); Agrawal et al. (2021) (48); Westerkamp et al. (2020) (60); Centobelli et al. (2021) (62).
Setor de matérias perigosas (36); Setor de madeira (41); Setor petrolífero (46,56); Setor de Minerais (51,54); Setor de produtos eletrônicos (44,59);	Todos os participantes na cadeia de abastecimento (36,41,46,56,59); Distribuidor (54).	Imeri and Khadraoui (2018) (36); Cueva-Sánchez et al. (2020) (41); Aslam et al. (2021) (46); Calvão and Archer (2021) (51); Choi (2019) (54). Ahmad et al. (2022) (56); Lee and Pilkington (2017) (44); Hasan et al. (2019) (59).

Tabela 3: Síntese das partes da cadeia de abastecimento envolvidas, por setor de atividade, dos artigos selecionados.

Setor de atividade	Problemas na cadeia de abastecimento tradicional	Vantagens da implementação da tecnologia <i>Blockchain</i>	Desvantagens da implementação da tecnologia <i>Blockchain</i>	Impacto da transparência na cadeia de abastecimento
Setor alimentar	Transparência da cadeia de abastecimento (18, 25, 27, 47, 63, 65); Segurança dos bens alimentares (20, 27, 57, 63); Controlo da qualidade (25, 57, 63); Fiabilidade (27, 47, 63, 65);	Aumento da transparência e confiança na cadeia (2, 3, 4, 8, 9, 17, 18, 19, 23, 26, 27, 28, 31, 32, 33, 40, 47, 49, 52, 53, 58, 61, 63, 65); Redução de produtos falsificados (4, 12, 20, 28, 47, 61, 63, 65); Aumento da qualidade dos produtos (2, 20, 21, 28, 31, 50); Automatização de processos (2, 12, 18, 19, 55); Transações imutáveis e autenticadas (11, 16, 27, 40, 49, 65); Aumento da rastreabilidade (16, 19, 20, 23, 27, 29, 31, 32, 37, 39, 42, 49, 50, 52, 53, 57, 58, 63, 65); Aumento da segurança (23, 33, 37, 39, 40, 42, 50, 55).	Falta de conhecimento sobre a tecnologia <i>Blockchain</i> , consequência da maturidade (2, 8, 25, 28, 65); Problemas de privacidade (8, 39, 47); Complexidade da tecnologia (8, 25, 42, 53); Custo da implementação (8, 65); Redução do desempenho para tratar informação mais detalhada e pormenorizada (11); Problemas de escalabilidade (37).	Aumento da autenticação e segurança (2, 19, 33, 65); Redução de gastos com a supervisão e transferência de informações (4, 47, 52, 61); Aumento da qualidade do produto, consequência da visibilidade (18); Redução da fraude e do desperdício (18, 19, 27); Acréscimo na confiança de todos os intervenientes patentes na cadeia (18, 33, 37, 40, 47, 52, 53, 58, 63, 65); Redução de ineficiências e problemas de sustentabilidade (18, 61).
Setor farmacêutico	Segurança, confiança e transparência da cadeia de abastecimento (10, 20, 64, 66).	Aumento da segurança e autenticidade do fabricante (5, 22, 24, 45, 64, 66); Automatização de processos e otimização de inventários (6, 22, 64, 66); Aumento da transparência (7, 10, 24, 64, 66); Aumento da imutabilidade da informação (7, 10, 24, 66); Redução de intermediários e, conseqüentemente, diminuição de custos operacionais (14).	Imaturidade, interoperabilidade e complexidade da tecnologia (66).	Diminuição de custos operacionais, e devido à transparência de informação ponta a ponta (6).

Setor de atividade	Problemas na cadeia de abastecimento tradicional	Vantagens da implementação da tecnologia <i>Blockchain</i>	Desvantagens da implementação da tecnologia <i>Blockchain</i>	Impacto da transparência na cadeia de abastecimento
Setor automóvel	Transparência (43).	Redução da falsificação de componentes automóveis (1, 13); Melhorar processos de logística e distribuição, acréscimo de qualidade dos produtos e do aumento da proximidade das relações com os fornecedores e clientes (1, 20); Acréscimo de rastreabilidade (15, 20, 35); Aumento da transparência e imutabilidade dos dados (43).	Privacidade (13).	_____
Setor têxtil	Transparência na cadeia de abastecimento para melhorar as práticas ambientais (30).	Aumento da transparência da cadeia (30, 34, 60); Acréscimo de rastreabilidade (34, 48, 60); Melhores práticas ambientais (30); Aumento da segurança da informação (34, 48).	_____	Aumento da confiança por parte dos consumidores (60); Garantia de qualidade (60).
Setores: matérias perigosas (36), madeira (41), petrolífera (46,56), Minerais (51,54), produtos eletrônicos (44,59).	Segurança e o acréscimo de rastreabilidade (36); Integridade e transparência da informação (41); Integração dos participantes (59).	Aumento da segurança na partilha de dados (36); Redução da falsificação (41,51); Aumento da transparência na cadeia de abastecimento (41,44,46, 59); Aumento da rastreabilidade (46,51,59); Automatização de processos (59); Partilha de informação em tempo real (46); Redução de intermediários (51); Registo de dados imutáveis (51); Acréscimo da autenticação dos produtos (54).	Problemas de interoperabilidade (51).	Aumento da interação entre os intervenientes da cadeia (59).

Tabela 4: Síntese de artigos sobre a implementação da tecnologia *Blockchain* na cadeia de abastecimento.

Nota: Referências da numeração correspondem à tabela 3.

No que diz respeito ao tipo de investigação, observa-se que 91% dos artigos estão a desenvolver aplicações da tecnologia *Blockchain*, nomeadamente protótipos, *frameworks* e investigações iniciais, e 9% são artigos de análise com base em revisões da literatura e entrevistas a *experts*.

Através da análise dos artigos encontrados, é de notar um maior estudo no setor alimentar (54%), seguido pelo setor farmacêutico (18%), automóvel (9%) e têxtil (7%), como demonstrado na figura 1. Em menor número de estudos encontrados estão os setores relacionados com os produtos eletrónicos, a indústria petrolífera, os minerais, a madeira e as matérias perigosas (12%) (figura 2). O facto do setor alimentar apresentar maior investigação, deve-se à necessidade do mesmo em resolver problemas de rastreamento, transparência e autenticidade da cadeia.

Número de artigos analisado por setor

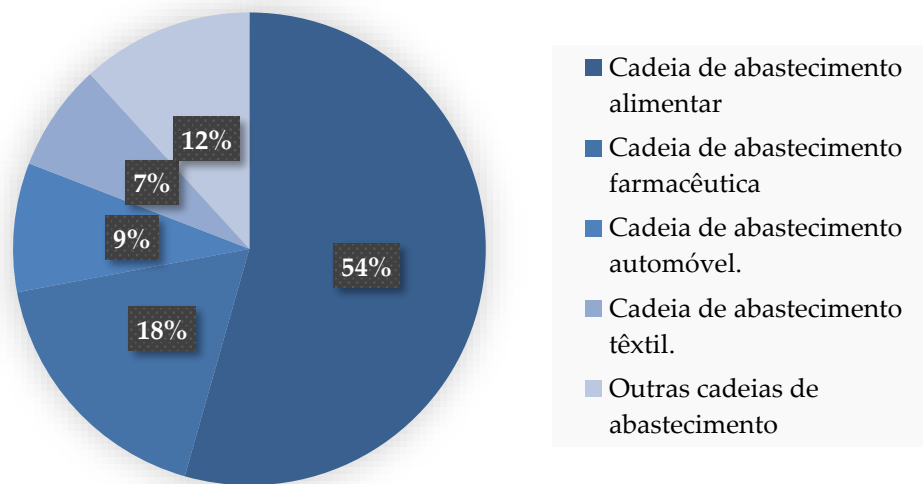


Figura 2: Artigos analisados por setor de atividade, em número.

Embora sejam referenciados vários setores de atividade, todos eles optam pela utilização da tecnologia *Blockchain* com o objetivo de corrigir problemas da cadeia de abastecimento tradicional, nomeadamente a falta de transparência na cadeia

de abastecimento (setor alimentar, farmacêutico, têxtil, automóvel e da madeira). Além deste objetivo, outros foram mencionados, como solucionar problemas relacionados com a experiência do cliente (setor de produtos eletrônicos), com a confiança e rastreabilidade (setor farmacêutico e de matérias perigosas) e com o controlo da qualidade e segurança (setor alimentar, farmacêutico e de matérias perigosas). Segundo os dados anteriormente mencionados, é de notar que o principal problema encontrado é a falta de transparência da cadeia de abastecimento (figura 3), sendo o aumento da mesma, uma das principais vantagens da tecnologia *Blockchain*.

Problemas da cadeia de abastecimento tradicional

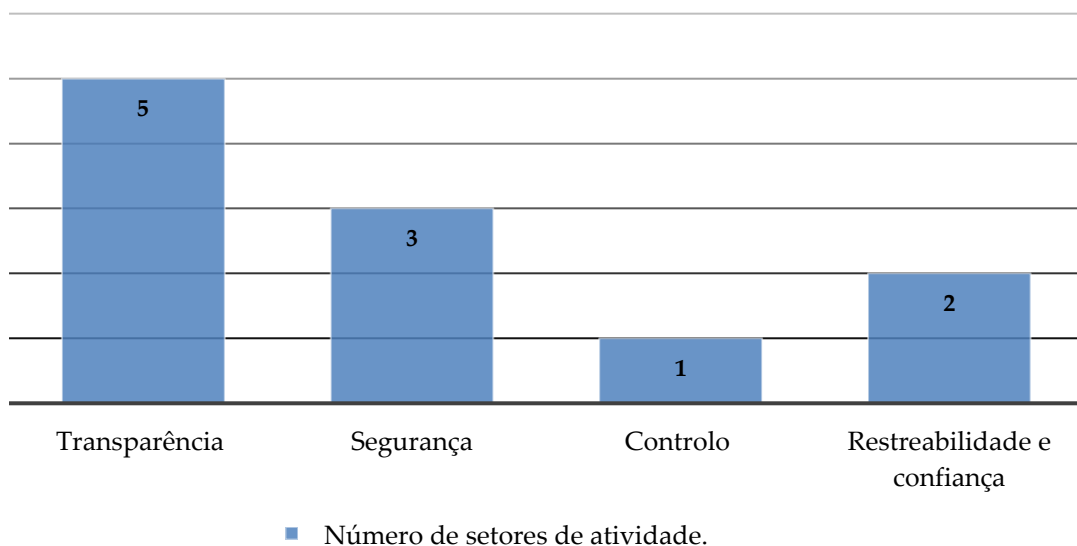


Figura 3: Problemas na cadeia de abastecimento tradicional mencionados por setor de atividade.

Além de colmatar os problemas supramencionados, a tecnologia *Blockchain* apresenta outras vantagens como o registo de dados imutáveis, a automatização de processos, a redução de fraudes e de intermediários, levando a uma maior proximidade de relações entre os fornecedores e clientes, diminuindo os custos operacionais (figura 4). Através da análise dos artigos, verifica-se que o aumento da transparência na cadeia de abastecimento é a vantagem da tecnologia *Blockchain* mais referenciada.

Vantagens da implementação por artigos analisados

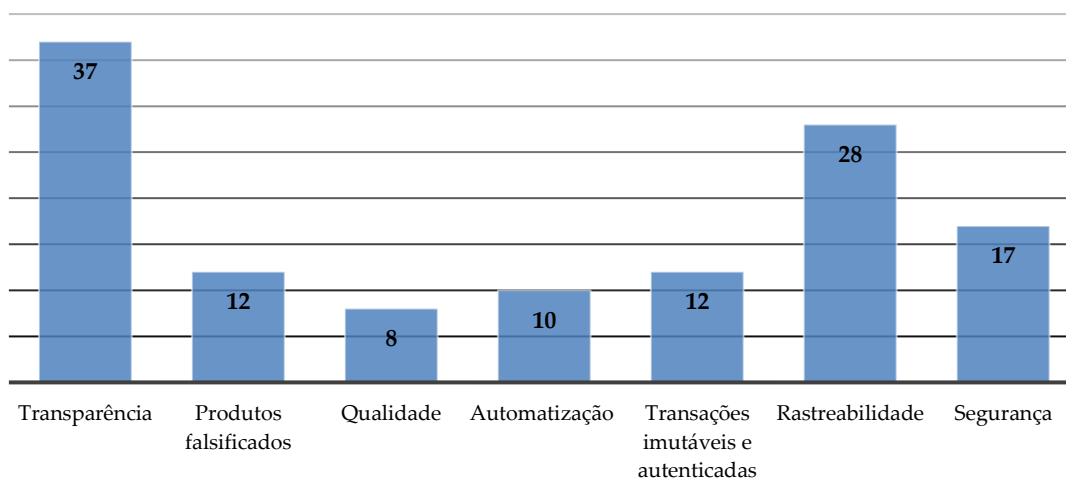


Figura 4: Principais vantagens da implementação da tecnologia *Blockchain*.

A figura 5 permite determinar se há relação entre a transparência da tecnologia *Blockchain* na cadeia de abastecimento e as restantes vantagens evidenciadas na implementação da tecnologia. Desta forma, esta é verificada entre o aumento da transparência e a redução de produtos falsificados, em que 7 dos 12 artigos referentes à última variável apresentam relação. A automatização de processos e as transações imutáveis e autenticadas também apresentaram relação com o aumento da transparência em 6 do total de 10 artigos e em 9 de 12 artigos, respetivamente. Por fim, também é observado entre a partilha de informação em tempo real e o aumento da transparência.

Relação entre a transparência e as restantes vantagens da tecnologia *Blockchain*

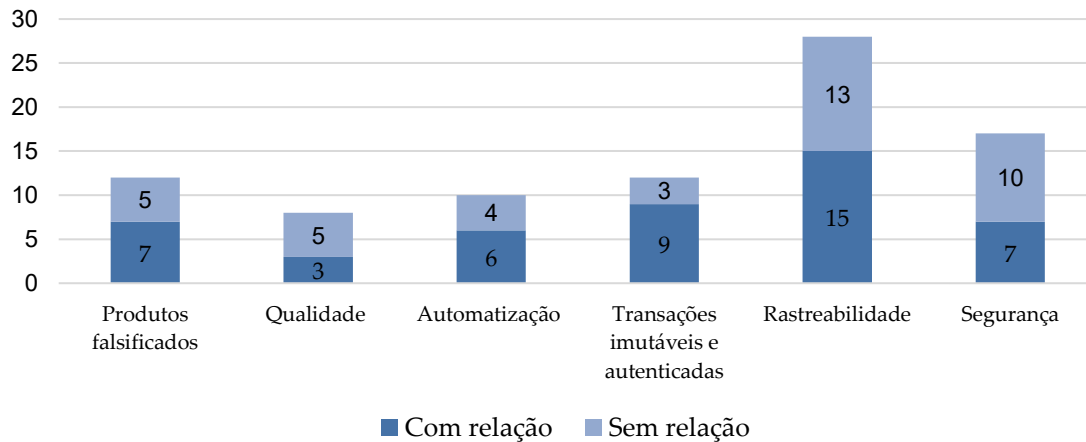


Figura 5: Relação entre a transparência e as principais vantagens mencionadas.

Neste sentido, segundo a figura 5, verifica-se uma relação moderada entre o aumento da transparência e a redução de produtos falsificados, a automatização de processos, transações imutáveis, aumento da rastreabilidade e segurança e da partilha de informação em tempo real. Em contrapartida, não se observou relação entre o aumento da transparência e o aumento da qualidade, a redução de intermediários e a melhoria das práticas ambientais.

Por outro lado, as principais desvantagens citadas nos artigos analisados foram os desafios relativos à privacidade, ao baixo desempenho que apresenta para tratar de informações com profundidade, a complexidade e a imaturidade da tecnologia e problemas de escalabilidade.

A maioria dos artigos analisados utilizam a rede da *Blockchain Ethereum* e *Hyperledger* para a realização de protótipo ou simulações, com o intuito de compreender o impacto da tecnologia ao longo da cadeia de abastecimento. Desta forma, verificou-se que a tecnologia *Blockchain* integra e, conseqüentemente, impacta todas as partes da cadeia de abastecimento (setor de matérias perigosas, madeira, petrolífero e produtos eletrónicos), nomeadamente o fabricante, a produção, transformação, distribuição (setor alimentar, automóvel

e farmacêutico), governo (setor farmacêutico) e consumidor (setor alimentar, têxtil e farmacêutico).

Com o aumento da transparência na cadeia de abastecimento, é de notar um aumento da autenticação, segurança, qualidade dos produtos, confiança (setor alimentar e têxtil) e interação entre os intervenientes da cadeia (setor de produtos eletrónicos). Por outro lado, ocorre uma diminuição dos gastos em supervisão e transferência de informação, da fraude e desperdício, e de problemas de sustentabilidade (setor alimentar e farmacêutico).

3.3. Análise do impacto dos fluxos financeiros

A análise da tabela supramencionada diz respeito a questões relacionadas com a operacionalidade da cadeia de abastecimento. No entanto, existem aspetos que devem ser tratados de forma separada, dada a sua natureza, relativos aos fluxos financeiros associados à cadeia de abastecimento (tabela 5).

Neste sentido, expôs-se, na tabela 5, os problemas que necessitam de ser resolvidos na parte financeira da cadeia de abastecimento, o impacto da adoção da tecnologia *Blockchain* na mesma e, por fim, qual a repercussão da transparência na cadeia de abastecimento financeira.

Autores	Problemas encontrados na cadeia de abastecimento tradicional, na parte dos fluxos financeiros	Vantagens da implementação da tecnologia <i>Blockchain</i>	Desvantagens da implementação da tecnologia <i>Blockchain</i>	Impacto da transparência na cadeia de abastecimento
Choi (2020) (1); Li et al. (2020) (2); Ma et al. (2019) (4); Chen (2020) (5); Wang (2021) (6); Du et al. (2020) (8); Dong et al. (2021) (12); Wu and Duan (2021) (14).	Assimetria de informação (2,4,5,6,8,14); Ineficiência e custo elevado de financiamento (2, 6); Resolução de mecanismos de crédito (4); Rastreamento e verificação dos dados (4); Ausência de um sistema de gestão uniformizado nas organizações, (5); Pagamento de faturas limitado e de complexa circulação (5); Dificuldade na análise do risco, acréscimo no risco de controlo de custos (5); Falsificação de faturas e transações (6); Falta de confiança (8).	Redução do risco operacional (1); Aumento dos lucros esperados (1); Aumento da segurança e fiabilidade (2,6); Acréscimo da transparência (2,6); Descentralização das transações (2,6); Maior eficiência na realização de empréstimos, principalmente para PMEs (5,14); Redução de intervenientes no processo de crédito (5); Acréscimo de confiança (8); Maior credibilidade no mercado e, conseqüentemente, redução da taxa de juro (12); Aumento do lucro dos membros da cadeia de abastecimento, se custo marginal da implementação da tecnologia <i>Blockchain</i> for baixo (12).	Impacto negativo nos resultados, se taxas não elevadas (1); Incapacidade de resolver o problema da origem fraudulenta dos dados (2); Sem possibilidade de garantir a autenticidade da informação antes de ser integrada na rede (2); Problemas relacionados com privacidade e informação privada (14).	_____
Liu et al. (2021) (3); Trautmann and Lasch (2021) (7); Wang (2021) (9); Wang et al. (2021) (10); Guo et al. (2022) (11); Zhang (2021) (13).	Dependência das instituições financeiras (3,13); Assimetria de informação (3,7,9,10,11,13); Transparência (7,11); Fraudes (7,10); Risco ou custo de financiamento (7); Opacidade da cadeia de abastecimento (7); Processo do financiamento da cadeia de abastecimento pouco automatizado (7).	Acréscimo da transparência (7,9,10,11,13); Impossibilidade de alterar os registos das transações, colocando um fim à manipulação (7,10,11,13); acesso à informação em tempo real e acréscimo de confiança (7); Segurança sem necessidade de intermediários (10,11); Redução das dívidas duvidosas (10); Redução do tempo da aprovação do crédito (10); Otimização das necessidades de liquidez e da integração dos intervenientes da cadeia (10,11,13); Facilidade da cooperação entre diferentes organizações (10); Criação de um ambiente credível, justo e com redução de custos financeiros (13); Menor custo de financiamento e melhores oportunidades de crédito (13).	Exposição dos processos da cadeia de abastecimento (7); Dificuldades com a regulamentação (11); Pouca eficiência no armazenamento e processamento dos dados (13).	Redução dos custos de verificação (3); Automatização dos processos e métodos (7); Aumento da simetria de informação (9,11); Redução da implementação dos processos na organização (10); Acréscimo da cooperação interorganizacional, levando a uma maior eficiência dos serviços financeiros (10); Redução do risco de financiamento (11); Autenticidade da informação (13).

Tabela 5: Síntese de artigos sobre a implementação da tecnologia *Blockchain* na parte dos fluxos financeiros da cadeia de abastecimento.

Observa-se que, relativamente ao tipo de investigação, 71% dos artigos estão a desenvolver aplicações da tecnologia *Blockchain*, nomeadamente protótipos, *frameworks* e investigações iniciais, e 29% são artigos de análise com base em revisões sistemáticas e entrevistas a *experts*.

A tabela 5 foi decomposta em duas partes, sendo uma delas referente a artigos em que ocorreu evidência acerca do impacto da transparência na cadeia de abastecimento e a outra a artigos que não analisaram esta variável (figura 6).

Número de artigos analisados com impacto da transparência na cadeia de abastecimento

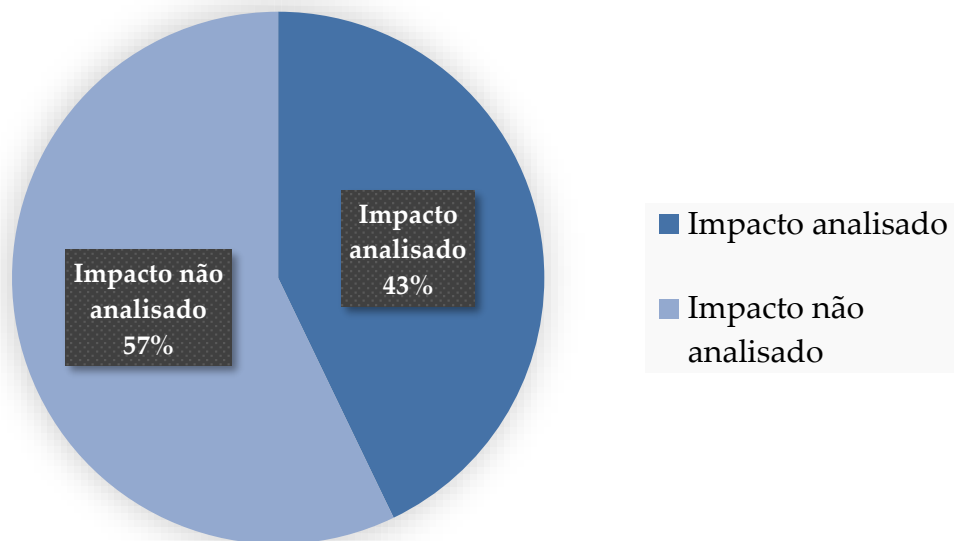


Figura 6: Impacto da transparência na cadeia de abastecimento.

Desta forma, através dos artigos analisados, verifica-se que as organizações necessitam de resolver problemas de assimetria de informação na cadeia de abastecimento, ou seja, aumentar o nível de transparência da cadeia, assim como problemas de fraude, falsificação de documentos e a complexidade dos processos, que causam um aumento do custo de financiamento. Para além destas dificuldades, outras são referidas, nomeadamente a redução da dependência das instituições financeiras, o rastreamento e a verificação dos

dados e a dificuldade de analisar o risco da cadeia de abastecimento. Por fim, a pouca otimização do financiamento, que conduz à diminuição da velocidade e ao aumento do custo, e a probabilidade do erro do financiamento são necessidades que precisam de ser colmatadas (figura 7).

Problemas encontrados na cadeia de abastecimento nos artigos analisados

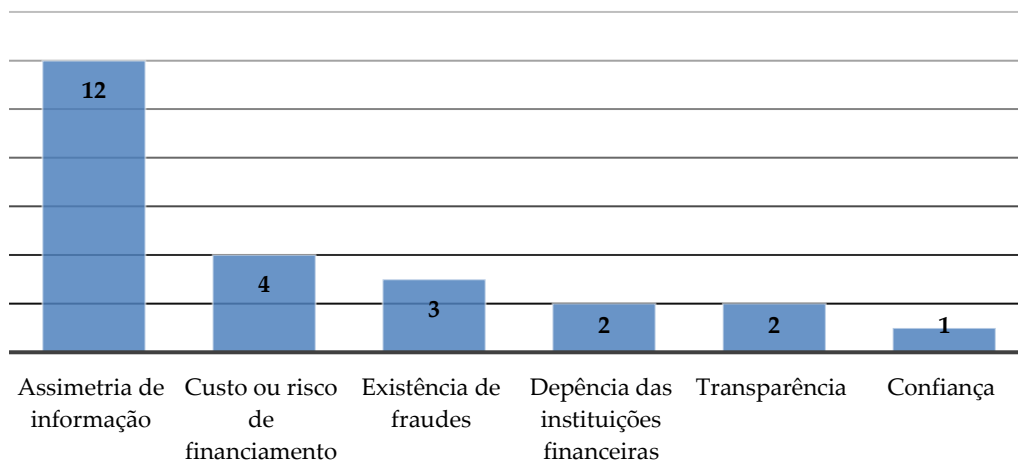


Figura 7: Principais problemas relativos aos fluxos financeiros associados à cadeia de abastecimento.

Através da implementação da tecnologia *Blockchain* na cadeia de abastecimento, alguns dos problemas serão resolvidos. Como se verifica na figura 8, a adoção da tecnologia *Blockchain* aumenta a transparência na cadeia (32%), impossibilita a alteração do registo das transações (18%), aumenta a segurança sem a necessidade de intermediários (18%), eleva a eficiência na realização de empréstimos (23%) e, por fim, acrescenta confiança dos intervenientes na cadeia de abastecimento (9%). Neste sentido, existe a criação de um ambiente credível, justo e a redução de custos financeiros, consequência da maior confiança.

Vantagens da implementação da tecnologia da *Blockchain*

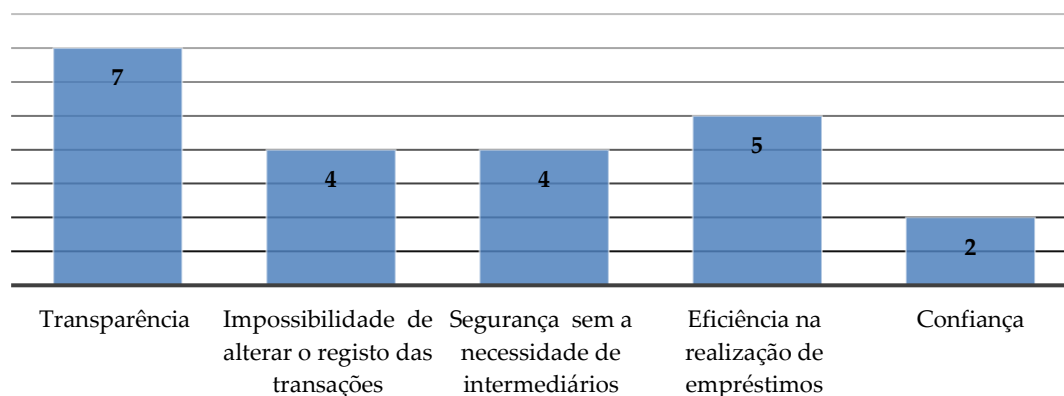


Figura 8: Principais vantagens da implementação da tecnologia *Blockchain* relativos aos fluxos financeiros associados à cadeia de abastecimento.

Por outro lado, a adoção da tecnologia *Blockchain* na cadeia de abastecimento pode impactar de forma negativa, nomeadamente a nível do armazenamento e processamento, uma vez que é incapaz de resolver problemas de dados com origem fraudulenta e apresenta dificuldades em autenticar a informação antes de esta ser integrada na rede. Para além destes, a regulamentação da tecnologia e a elevada exposição dos processos ao longo da cadeia de abastecimento, são desvantagens da implementação da tecnologia *Blockchain*.

Desta maneira, o impacto que a tecnologia *Blockchain* tem no acréscimo da transparência na cadeia de abastecimento pode levar a uma redução dos custos de verificação dos dados, à resolução dos problemas de assimetria e a uma redução da implementação dos processos da organização. Além destes, o aumento da cooperação interorganizacional, a autenticidade da informação e a diminuição do risco de financiamento podem ser um dos impactos do aumento da transparência na cadeia de abastecimento.

4. Conclusão

A dissertação teve como principal objetivo analisar o impacto da transparência na cadeia de abastecimento com a adoção da tecnologia *Blockchain*, visando os fluxos financeiros e não financeiros da cadeia de abastecimento.

Foram analisados artigos que investigam a implementação da tecnologia *Blockchain* na cadeia de abastecimento. Com base na recolha de informação dos artigos, verificou-se que a falta de transparência na cadeia de abastecimento tradicional e a assimetria de informação, foram os problemas com maior predominância na parte dos fluxos não-financeiros e dos fluxos financeiros, respetivamente. As principais vantagens da implementação da tecnologia *Blockchain* mencionadas nos artigos em estudo foram: o aumento da transparência; a rastreabilidade; a segurança; e a eficiência no acesso ao financiamento. Por outro lado, a implementação da tecnologia *Blockchain* apresenta desvantagens, principalmente a falta de conhecimento sobre a tecnologia, a complexidade da tecnologia e os problemas de privacidade da mesma. Deste modo, conclui-se que a tecnologia *Blockchain* impacta positivamente a cadeia de abastecimento, apesar da existência de entraves com a sua implementação, consequência da maturidade da mesma.

Após a análise do impacto da transparência na cadeia de abastecimento verifica-se: um acréscimo de confiança; aumento da autenticação e segurança; aumento da simetria de informação; redução de situações de fraude; redução de desperdício; redução dos gastos em supervisão e transferência de informações. Desta forma, o aumento da transparência causado pela adoção da tecnologia *Blockchain*, impactou positivamente a cadeia de abastecimento.

Por ser um trabalho agregador de todos os estudos realizados até à data, a dissertação permite perceber a direção da implementação da tecnologia *Blockchain* na gestão da cadeia de abastecimento, tanto na parte dos fluxos financeiros como nos fluxos não financeiros. Além deste contributo, possibilita a compreensão do impacto da transparência na cadeia de abastecimento. Neste sentido, esta dissertação pode ser o ponto de partida para conhecer mais detalhadamente a aplicabilidade da tecnologia *Blockchain* no contexto abordado.

É importante mencionar que os resultados desta dissertação apresentam limitações, tendo em consideração a maturidade da tecnologia *Blockchain*. Uma vez que a tecnologia encontra-se numa fase exploratória ou de testes, as organizações apresentam-na em desenvolvimento ou numa fase experimental da sua implementação na cadeia de abastecimento. Neste sentido, verifica-se uma maior dificuldade em encontrar organizações que implementem a tecnologia em grande escala, assim como *experts* da área.

Dada a maturidade e a aplicabilidade da tecnologia *Blockchain* a nível das diferentes indústrias, o trabalho científico nesta direção é ainda embrionário. De modo a uma melhor compreensão sobre as implicações dos resultados, estudos futuros poderiam ser realizados. Do ponto de vista metodológico, poderiam ser realizadas entrevistas a *experts* da área e a organizações que integrem a tecnologia *Blockchain*. Por outro lado, uma segunda via de investigação futura poderia ser a realização de um *framework*, com o objetivo de ajudar as organizações a avaliar a implementação da tecnologia *Blockchain* na cadeia de abastecimento.

Referências

- Afrianto, I., Djatna, T., Arkeman, Y., Sitanggang, I. S., & Hermadi, I. (2020). Disrupting agro-industry supply chain in Indonesia with Blockchain technology: Current and future challenges. *2020 8th International Conference on Cyber and IT Service Management (CITSM)*, 1-6.
<https://doi.org/10.1109/CITSM50537.2020.9268872>
- Agrawal, T. K., Kumar, V., Pal, R., Wang, L., & Chen, Y. (2021). Blockchain-based framework for supply chain traceability: A case example of textile and clothing industry. *Computers & Industrial Engineering*, *154*, 107130.
<https://doi.org/10.1016/j.cie.2021.107130>
- Ahmad, R. W., Salah, K., Jayaraman, R., Yaqoob, I., & Omar, M. (2022). Blockchain in oil and gas industry: Applications, challenges, and future trends. *Technology in Society*, *68*, 101941.
<https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2022.101941>
- Aich, S., Chakraborty, S., Sain, M., Lee, H. I., & Kim, H. C. (2019). A review on benefits of iot integrated Blockchain based supply chain management implementations across different sectors with case study. *2019 21st International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT)*, 138-141.
<https://doi.org/10.23919/ICACT.2019.8701910>
- Alharby, M., Aldweesh, A., & Van Moorsel, A. (2018). Blockchain-based smart contracts: A systematic mapping study of academic research (2018). *2018 International Conference on Cloud Computing, Big Data and Blockchain (ICCB)*, 1-6.
<https://doi.org/10.1109/ICCB.2018.8756390>
- Angelis, J., & Da Silva, E. R. (2019). Blockchain adoption: A value driver perspective. *Business Horizons*, *62*(3), 307-314.
<https://doi.org/10.1016/j.bushor.2018.12.001>
- Aslam, J., Saleem, A., Khan, N. T., & Kim, Y. B. (2021). Factors influencing Blockchain adoption in supply chain management practices: A study based on the oil industry. *Journal of Innovation & Knowledge*, *6*(2), 124-134.
<https://doi.org/10.1016/j.jik.2021.01.002>

- Baralla, G., Pinna, A., & Corrias, G. (2019). Ensure traceability in european food supply chain by using a Blockchain system. *2019 IEEE/ACM 2nd International Workshop on Emerging Trends in Software Engineering for Blockchain (WETSEB)*, 40–47.
<https://doi.org/10.1109/WETSEB.2019.00012>
- Bashir, I. (2018). *Mastering Blockchain: Distributed ledger technology, decentralization, and smart contracts explained*. Packt Publishing Ltd.
- Basnayake, B. M. A. L., & Rajapakse, C. (2019). A Blockchain-based decentralized system to ensure the transparency of organic food supply chain. *2019 International Research Conference on Smart Computing and Systems Engineering (SCSE)*, 103-107.
<https://doi.org/10.23919/SCSE.2019.8842690>
- Behnke, K., & Janssen, M. F. W. H. A. (2020). Boundary conditions for traceability in food supply chains using Blockchain technology. *International Journal of Information Management*, 52, 101969.
<https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.05.025>
- Belu, M. G. (2019). Application of Blockchain in international trade: An overview. *The Romanian Economic Journal*, 71(22), 2-16.
- Bocek, T., Rodrigues, B. B., Strasser, T., & Stiller, B. (2017). Blockchains everywhere—a use-case of Blockchains in the pharma supply-chain. *2017 IFIP/IEEE Symposium on Integrated Network and Service Management (IM)*, 772–777.
<https://doi.org/10.23919/INM.2017.7987376>
- Botcha, K. M., Chakravarthy, V. V., & Anurag. (2019). Enhancing traceability in pharmaceutical supply chain using internet of things (iot) and Blockchain. *2019 IEEE International Conference on Intelligent Systems and Green Technology (ICISGT)*, 45453.
<https://doi.org/10.1109/ICISGT44072.2019.00025>
- Boucher, P. (2017). *How Blockchain technology could change our lives: In-depth analysis*. European Parliament.
<https://doi.org/10.2861/926645>
- Calvão, F., & Archer, M. (2021). Digital extraction: Blockchain traceability in mineral supply chains. *Political Geography*, 87, 102381.

<https://doi.org/10.1016/j.polgeo.2021.102381>

Caro, M. P., Ali, M. S., Vecchio, M., & Giaffreda, R. (2018). Blockchain-based traceability in agri-food supply chain management: A practical implementation. *2018 IoT Vertical and Topical Summit on Agriculture - Tuscany (IOT Tuscany)*, 1–4.
<https://doi.org/10.1109/IOT-TUSCANY.2018.8373021>

Casado-Vara, R., Prieto, J., De la Prieta, F., & Corchado, J. M. (2018). How Blockchain improves the supply chain: Case study alimentary supply chain. *Procedia Computer Science*, *134*, 393-398.
<https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.07.193>

Casey, M. J., & Wong, P. (2017). Global supply chains are about to get better, thanks to Blockchain. *Harvard Business Review*, *13*, 1-6.

Casino, F., Dasaklis, T. K., & Patsakis, C. (2019). A systematic literature review of Blockchain-based applications: Current status, classification and open issues. *Telematics and Informatics*, *36*, 55-81.
<https://doi.org/10.1016/j.tele.2018.11.006>

Centobelli, P., Cerchione, R., Del Vecchio, P., Oropallo, E., & Secundo, G. (2021). Blockchain technology for bridging trust, traceability and transparency in circular supply chain. *Information & Management*, 103508.
<https://doi.org/10.1016/j.im.2021.103508>

Chandra, G. R., Liaqat, I. A., & Sharma, B. (2019). Blockchain redefining: The halal food sector. *2019 Amity International Conference on Artificial Intelligence (AICAI)*, 349–354.
<https://doi.org/10.1109/AICAI.2019.8701321>

Chang, V., Baudier, P., Zhang, H., Xu, Q., Zhang, J., & Arami, M. (2020). How Blockchain can impact financial services – The overview, challenges and recommendations from expert interviewees. *Technological forecasting and social change*, *158*, 120166.
<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120166>

Chang, Y., Iakovou, E., & Shi, W. (2020). Blockchain in global supply chains and cross border trade: A critical synthesis of the state-of-the-art, challenges and opportunities. *International Journal of Production Research*, *58*(7), 2082-2099.
<https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1651946>

- Chen, J. (2020). Research on the application of Blockchain technology in supply chain financial business. *2020 2nd International Conference on Applied Machine Learning (ICAML)*, 371–374.
<https://doi.org/10.1109/ICAML51583.2020.00081>
- Choi, T. M. (2019). Blockchain-technology-supported platforms for diamond authentication and certification in luxury supply chains. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 128, 17-29.
<https://doi.org/10.1016/j.tre.2019.05.011>
- Choi, T. M. (2020). Supply chain financing using Blockchain: Impacts on supply chains selling fashionable products. *Annals of Operations Research*, 1-23.
<https://doi.org/10.1007/s10479-020-03615-7>
- Chuntang, Y. U., Yongzhao, Z. H. A. N., & Zhiyuan, L. I. (2020). Using Blockchain and smart contract for traceability in agricultural products supply chain. *2020 International Conference on Internet of Things and Intelligent Applications (ITIA)*, 1-5.
<https://doi.org/10.1109/ITIA50152.2020.9312315>
- Cocco, L., & Mannaro, K. (2021). Blockchain in agri-food traceability systems: A model proposal for a typical italian food product. *2021 IEEE International Conference on Software Analysis, Evolution and Reengineering (SANER)*, 669–678.
<https://doi.org/10.1109/SANER50967.2021.00085>
- Cueva-Sanchez, J. J., Coyco-Ordemar, A. J., & Ugarte, W. (2020). A Blockchain-based technological solution to ensure data transparency of the wood supply chain. *2020 IEEE ANDESCON*, 1–6.
<https://doi.org/10.1109/ANDESCON50619.2020.9272176>
- Dasaklis, T., & Casino, F. (2019). Improving vendor-managed inventory strategy based on internet of things (iot) applications and Blockchain technology. *2019 IEEE International Conference on Blockchain and Cryptocurrency (ICBC)*, 50–55.
<https://doi.org/10.1109/BLOC.2019.8751478>
- Dietrich, F., Ge, Y., Turgut, A., Louw, L., & Palm, D. (2021). Review and analysis of Blockchain projects in supply chain management. *Procedia computer science*, 180, 724-733.
<https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.01.295>

- Dong, C., Chen, C., Shi, X., & Ng, C. T. (2021). Operations strategy for supply chain finance with asset-backed securitization: Centralization and Blockchain adoption. *International Journal of Production Economics*, 241, 108261.
<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2021.108261>
- Drescher, D. (2017). *Blockchain basics: A non-technical introduction in 25 steps*. Apress.
<https://doi.org/10.1007/978-1-4842-2604-9>
- Du, M., Chen, Q., Xiao, J., Yang, H., & Ma, X. (2020). Supply chain finance innovation using Blockchain. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 67(4), 1045-1058.
<https://doi.org/10.1109/TEM.2020.2971858>
- Dujak, D., & Sajter, D. (2019). Blockchain applications in supply chain. In A.Kawa & A. Maryniak, A. (Eds.) *SMART supply network: EcoProduction* (pp.21-66). Springer, Cham.
https://doi.org/10.1007/978-3-319-91668-2_2
- Falazi, G., Hahn, M., Breitenbucher, U., Leymann, F., & Yussupov, V. (2019). Process-based composition of permissioned and permissionless Blockchain smart contracts. *2019 IEEE 23rd International Enterprise Distributed Object Computing Conference (EDOC)*, 77–87.
<https://doi.org/10.1109/EDOC.2019.00019>
- Francisco, K., & Swanson, D. (2018). The supply chain has no clothes: Technology adoption of Blockchain for supply chain transparency. *Logistics*, 2(1), 2.
<https://doi.org/10.3390/logistics2010002>
- Gao, W., Hatcher, W. G., & Yu, W. (2018). A survey of Blockchain: Techniques, applications, and challenges. *2018 27th International Conference on Computer Communication and Networks (ICCCN)*, 1–11.
<https://doi.org/10.1109/ICCCN.2018.8487348>
- Garaus, M., & Treiblmaier, H. (2021). The influence of Blockchain-based food traceability on retailer choice: The mediating role of trust. *Food Control*, 129, 108082.
<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2021.108082>

- Gardner, T. A., Benzie, M., Börner, J., Dawkins, E., Fick, S., Garrett, R., ... & Wolvekamp, P. (2019). Transparency and sustainability in global commodity supply chains. *World Development*, 121, 163-177.
<https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2018.05.025>
- Golosova, J., & Romanovs, A. (2018). The advantages and disadvantages of the Blockchain technology. *2018 IEEE 6th Workshop on Advances in Information, Electronic and Electrical Engineering (AIEEE)*, 1–6.
<https://doi.org/10.1109/AIEEE.2018.8592253>
- GTPC, W. (2017, October 17-20). *Blockchain 101 for governments*. WU, Wirtschaftsuniversität Wien.
https://www.un.org/esa/ffd/wp-content/uploads/2017/10/15STM_Blockchain-101.pdf
- Guo, L., Chen, J., Li, S., Li, Y., & Lu, J. (2022). A Blockchain and iot based lightweight framework for enabling information transparency in supply chain finance. *Digital Communications and Networks*.
<https://doi.org/10.1016/j.dcan.2022.03.020>
- Guo, S., Sun, X., & Lam, H. K. S. (2020). Applications of Blockchain technology in sustainable fashion supply chains: Operational transparency and environmental efforts. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 1–17.
<https://doi.org/10.1109/TEM.2020.3034216>
- Guo, Y., & Liang, C. (2016). Blockchain application and outlook in the banking industry. *Financial innovation*, 2(1), 1-12.
<https://doi.org/10.1186/s40854-016-0034-9>
- Gupta, M. (2017). *Blockchain for dummies*. John Wiley & Sons, Inc.
- Hasan, H., AlHadhrami, E., AlDhaheri, A., Salah, K., & Jayaraman, R. (2019). Smart contract-based approach for efficient shipment management. *Computers & Industrial Engineering*, 136, 149-159.
<https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.07.022>
- Hayati, H., & Nugraha, I. G. B. B. (2018). Blockchain based traceability system in food supply chain. *2018 International Seminar on Research of Information Technology and Intelligent Systems (ISRITI)*, 120–125.
<https://doi.org/10.1109/ISRITI.2018.8864477>

- Hegde, B., Ravishankar, B., & Appaiah, M. (2020). Agricultural supply chain management using Blockchain technology. *2020 International Conference on Mainstreaming Block Chain Implementation (ICOMBI)*, 1–4.
<https://doi.org/10.23919/ICOMBI48604.2020.9203259>
- Huang, J., Li, S., & Thüerer, M. (2019). On the use of Blockchain in industrial product service systems: A critical review and analysis. *Procedia CIRP*, *83*, 552-556.
<https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.03.117>
- Hughes, A., Park, A., Kietzmann, J., & Archer-Brown, C. (2019). Beyond Bitcoin: What Blockchain and distributed ledger technologies mean for firms. *Business Horizons*, *62*(3), 273-281.
<https://doi.org/10.1016/j.bushor.2019.01.002>
- Hughes, L., Dwivedi, Y. K., Misra, S. K., Rana, N. P., Raghavan, V., & Akella, V. (2019). Blockchain research, practice and policy: Applications, benefits, limitations, emerging research themes and research agenda. *International Journal of Information Management*, *49*, 114-129.
<https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.02.005>
- Iansiti, M., & Lakhani, K. (2017). The truth about Blockchain. *Harvard Business Review*, *95*(1), 118–127.
<https://www.hbs.edu/faculty/Pages/item.aspx?num=52100>
- Imeri, A., & Khadraoui, D. (2018). The security and traceability of shared information in the process of transportation of dangerous goods. *2018 9th IFIP International Conference on New Technologies, Mobility and Security (NTMS)*, 1–5.
<https://doi.org/10.1109/NTMS.2018.8328751>
- Jonathan, K., & Sari, A. K. (2019). Security issues and vulnerabilities on a Blockchain system: A review. *2019 International Seminar on Research of Information Technology and Intelligent Systems (ISRITI)*, 228–232.
<https://doi.org/10.1109/ISRITI48646.2019.9034659>
- Kamath, R. (2018). Food traceability on Blockchain: Walmart’s pork and mango pilots with ibm. *The Journal of the British Blockchain Association*, *1*(1), 1–12.
[https://doi.org/10.31585/jbba-1-1-\(10\)2018](https://doi.org/10.31585/jbba-1-1-(10)2018)

- Keenan, T. P. (2017). Alice in Blockchains: Surprising security pitfalls in pow and pos Blockchain systems. *2017 15th Annual Conference on Privacy, Security and Trust (PST)*, 4004002.
<https://doi.org/10.1109/PST.2017.00057>
- Kim, H. M., Turesson, H., Laskowski, M., & Bahreini, A. F. (2022). Permissionless and permissioned, technology-focused and business needs-driven: Understanding the hybrid opportunity in Blockchain through a case study of insolar. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 69(3), 776–791.
<https://doi.org/10.1109/TEM.2020.3003565>
- Ko, T., Lee, J., & Ryu, D. (2018). Blockchain technology and manufacturing industry: Real-time transparency and cost savings. *Sustainability*, 10(11), 4274.
<https://doi.org/10.3390/su10114274>
- Köhler, S., & Pizzol, M. (2020). Technology assessment of Blockchain-based technologies in the food supply chain. *Journal of Cleaner Production*, 269, 122193.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122193>
- Kshetri, N. (2018). 1 Blockchain's roles in meeting key supply chain management objectives. *International Journal of Information Management*, 39, 80-89.
<https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2017.12.005>
- Kumar, R., & Tripathi, R. (2019). Traceability of counterfeit medicine supply chain through Blockchain. *2019 11th International Conference on Communication Systems & Networks (COMSNETS)*, 568–570.
<https://doi.org/10.1109/COMSNETS.2019.8711418>
- Lamming, R. C., Caldwell, N. D., Harrison, D. A., & Phillips, W. (2001). Transparency in supply relationships: Concept and practice. *Journal of Supply Chain Management*, 37(3), 4-10.
<https://doi.org/10.1111/j.1745-493X.2001.tb00107.x>
- Lashkari, B., & Musilek, P. (2021). A comprehensive review of Blockchain consensus mechanisms. *IEEE Access*, 9, 43620-43652.
<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3065880>
- Lee, J. H., & Pilkington, M. (2017). How the Blockchain revolution will reshape the consumer electronics industry [future directions]. *IEEE Consumer Electronics Magazine*, 6(3), 19-23.

<https://doi.org/10.1109/MCE.2017.2684916>

Li, J., Zhu, S., Zhang, W., & Yu, L. (2020). Blockchain-driven supply chain finance solution for small and medium enterprises. *Frontiers of Engineering Management*, 7(4), 500–511.

<https://doi.org/10.1007/s42524-020-0124-2>

Liu, B. (2021). Overview of the basic principles of Blockchain. *2021 International Conference on Intelligent Computing, Automation and Applications (ICAA)*, 588–593.

<https://doi.org/10.1109/ICAA53760.2021.00108>

Liu, J., Yan, L., & Wang, D. (2021). A hybrid Blockchain model for trusted data of supply chain finance. *Wireless Personal Communications*, 1–25.

<https://doi.org/10.1007/s11277-021-08451-x>

Lu, D., Moreno-Sanchez, P., Zeryihun, A., Bajpayi, S., Yin, S., Feldman, K., Kosofsky, J., Mitra, P., & Kate, A. (2019). Reducing automotive counterfeiting using Blockchain: Benefits and challenges. *2019 IEEE International Conference on Decentralized Applications and Infrastructures (DAPPCON)*, 39–48.

<https://doi.org/10.1109/DAPPCON.2019.00015>

Lu, Y., Li, P., & Xu, H. (2022). A food anti-counterfeiting traceability system based on Blockchain and internet of things. *Procedia Computer Science*, 199, 629–636.

<https://doi.org/10.1016/j.PROCS.2022.01.077>

Ma, C., Kong, X., Lan, Q., & Zhou, Z. (2019). The privacy protection mechanism of Hyperledger fabric and its application in supply chain finance. *Cybersecurity*, 2(1), 1-9.

<https://doi.org/10.1186/s42400-019-0022-2>

Madumidha, S., Ranjani, P. S., Varsinee, S. S., & Sundari, P. S. (2019). Transparency and traceability: In food supply chain system using Blockchain technology with internet of things. *2019 3rd International Conference on Trends in Electronics and Informatics (ICOEI)*, 983–987.

<https://doi.org/10.1109/ICOEI.2019.8862726>

Majdalawieh, M., Nizamuddin, N., Alaraj, M., Khan, S., & Bani-Hani, A. (2021). Blockchain-based solution for secure and transparent food supply chain network. *Peer-to-Peer Networking and Applications*, 14(6), 3831-3850.

<https://doi.org/10.1007/s12083-021-01196-1>

Malik, S., Dedeoglu, V., Kanhere, S. S., & Jurdak, R. (2019). Trustchain: Trust management in Blockchain and iot supported supply chains. *2019 IEEE International Conference on Blockchain (Blockchain)*, 184–193.

<https://doi.org/10.1109/Blockchain.2019.00032>

Malik, S., Kanhere, S. S., & Jurdak, R. (2018). Productchain: Scalable Blockchain framework to support provenance in supply chains. *2018 IEEE 17th International Symposium on Network Computing and Applications (NCA)*, 1–10.

<https://doi.org/10.1109/NCA.2018.8548322>

Meghla, T. I., Rahman, Md. M., Biswas, A. A., Hossain, J. T., & Khatun, T. (2021). Supply chain management with demand forecasting of covid-19 vaccine using Blockchain and machine learning. *2021 12th International Conference on Computing Communication and Networking Technologies (ICCCNT)*, 01–07.

<https://doi.org/10.1109/ICCCNT51525.2021.9580006>

Meng, T., Zhao, Y., Wolter, K., & Xu, C. Z. (2021). On consortium Blockchain consistency: A queueing network model approach. *IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems*, 32(6), 1369–1382.

<https://doi.org/10.1109/TPDS.2021.3049915>

Menon, S., & Jain, K. (2021). Blockchain technology for transparency in agri-food supply chain: Use cases, limitations, and future directions. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 1–15.

<https://doi.org/10.1109/TEM.2021.3110903>

Miatton, F., & Amado, L. (2020). Fairness, transparency and traceability in the coffee value chain through Blockchain innovation. *2020 International Conference on Technology and Entrepreneurship - Virtual (ICTE-V)*, 1–6.

<https://doi.org/10.1109/ICTE-V50708.2020.9113785>

Miehle, D., Henze, D., Seitz, A., Luckow, A., & Bruegge, B. (2019). Partchain: A decentralized traceability application for multi-tier supply chain networks in the automotive industry. *2019 IEEE International Conference on Decentralized Applications and Infrastructures (DAPPCON)*, 140–145.

<https://doi.org/10.1109/DAPPCON.2019.00027>

- Miller, A. (2019). Permissioned and permissionless Blockchains. *Blockchain for Distributed Systems Security*, 193-204.
<https://doi.org/10.1002/9781119519621.ch9>
- Mingxiao, D., Xiaofeng, M., Zhe, Z., Xiangwei, W., & Qijun, C. (2017). A review on consensus algorithm of Blockchain. *2017 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC)*, 2567–2572.
<https://doi.org/10.1109/SMC.2017.8123011>
- Mohanta, B. K., Panda, S. S., & Jena, D. (2018). An overview of smart contract and use cases in Blockchain technology. *2018 9th International Conference on Computing, Communication and Networking Technologies (ICCCNT)*, 1–4.
<https://doi.org/10.1109/ICCCNT.2018.8494045>
- Morkunas, V. J., Paschen, J., & Boon, E. (2019). How Blockchain technologies impact your business model. *Business Horizons*, 62(3), 295-306.
<https://doi.org/10.1016/j.bushor.2019.01.009>
- Mondal, S., Wijewardena, K. P., Karuppuswami, S., Kriti, N., Kumar, D., & Chahal, P. (2019). Blockchain inspired rfid-based information architecture for food supply chain. *IEEE Internet of Things Journal*, 6(3), 5803–5813.
<https://doi.org/10.1109/IJOT.2019.2907658>
- Montecchi, M., Plangger, K., & Etter, M. (2019). It's real, trust me! Establishing supply chain provenance using Blockchain. *Business Horizons*, 62(3), 283-293.
<https://doi.org/10.1016/j.bushor.2019.01.008>
- Nair, P. R., & Dorai, D. R. (2021). Evaluation of performance and security of proof of work and proof of stake using Blockchain. *2021 Third International Conference on Intelligent Communication Technologies and Virtual Mobile Networks (ICICV)*, 279–283.
<https://doi.org/10.1109/ICICV50876.2021.9388487>
- Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system. *Decentralized Business Review*, 21260.
- Naz, S., & Lee, S. U.J. (2020). Why the new consensus mechanism is needed in Blockchain technology?. *2020 Second International Conference on Blockchain Computing and Applications (BCCA)*, 92–99.
<https://doi.org/10.1109/BCCA50787.2020.9274461>

- Niranjanamurthy, M., Nithya, B. N., & Jagannatha, S. (2019). Analysis of Blockchain technology: Pros, cons and swot. *Cluster Computing*, 22(6), 14743-14757.
<https://doi.org/10.1007/s10586-018-2387-5>
- Niu, B., Dong, J., & Liu, Y. (2021). Incentive alignment for Blockchain adoption in medicine supply chains. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 152, 102276.
<https://doi.org/10.1016/j.tre.2021.102276>
- Nguyen, C. T., Hoang, D. T., Nguyen, D. N., Niyato, D., Nguyen, H. T., & Dutkiewicz, E. (2019). Proof-of-stake consensus mechanisms for future blockchain networks: Fundamentals, applications and opportunities. *IEEE Access*, 7, 85727-85745.
<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2925010>
- Nofer, M., Gomber, P., Hinz, O., & Schiereck, D. (2017). Blockchain. *Business & Information Systems Engineering*, 59(3), 183-187.
<https://doi.org/10.1007/s12599-017-0467-3>
- Omar, I. A., Jayaraman, R., Debe, M. S., Salah, K., Yaqoob, I., & Omar, M. (2021). Automating procurement contracts in the healthcare supply chain using Blockchain smart contracts. *IEEE Access*, 9, 37397-37409.
<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3062471>
- Panda, S. K., & Satapathy, S. C. (2021). Drug traceability and transparency in medical supply chain using Blockchain for easing the process and creating trust between stakeholders and consumers. *Personal and Ubiquitous Computing*, 1-17.
<https://doi.org/10.1007/s00779-021-01588-3>
- Paul, T., Mondal, S., Islam, N., & Rakshit, S. (2021). The impact of Blockchain technology on the tea supply chain and its sustainable performance. *Technological Forecasting and Social Change*, 173, 121163.
<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.121163>
- Pham, H. L., Tran, T. H., & Nakashima, Y. (2019). Practical anti-counterfeit medicine management system based on Blockchain technology. *2019 4th Technology Innovation Management and Engineering Science International Conference (TIMES-iCON)*, 1-5.

<https://doi.org/10.1109/TIMES-iCON47539.2019.9024674>

Pilkington, M. (2016). Blockchain technology: principles and applications. In F. Olleros & M.Zhegu (Eds.). *Research handbook on digital transformations* (pp.225-253). Edward Elgar Publishing.

<https://doi.org/10.4337/9781784717766.00019>

Pooja, S., & Mundada, M. R. (2020). Analysis of agricultural supply chain management for traceability of food products using Blockchain-Ethereum technology. *2020 IEEE International Conference on Distributed Computing, VLSI, Electrical Circuits and Robotics (DISCOVER)*, 127-132.

<https://doi.org/10.1109/DISCOVER50404.2020.9278029>

Pradana, I. G. M. T., Djatna, T., & Hermadi, I. (2020). Blockchain modeling for traceability information system in supply chain of coffee agroindustry. *2020 International Conference on Advanced Computer Science and Information Systems (ICACSIS)*, 217-224.

<https://doi.org/10.1109/ICACSIS51025.2020.9263214>

Ramkumar, N., Sudhasadasivam, G., & Saranya, K. G. (2020). A survey on different consensus mechanisms for the Blockchain technology. *2020 International Conference on Communication and Signal Processing (ICCSP)*, 0458-0464.

<https://doi.org/10.1109/ICCSP48568.2020.9182267>

Reimers, T., Leber, F., & Lechner, U. (2019). Integration of Blockchain and internet of things in a car supply chain. *2019 IEEE International Conference on Decentralized Applications and Infrastructures (DAPPCON)*, 146-151.

<https://doi.org/10.1109/DAPPCON.2019.00028>

Saad, M., Spaulding, J., Njilla, L., Kamhoua, C., Shetty, S., Nyang, D., & Mohaisen, D. (2020). Exploring the attack surface of Blockchain: A comprehensive survey. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 22(3), 1977-2008.

<https://doi.org/10.1109/COMST.2020.2975999>

Saberi, S., Kouhizadeh, M., Sarkis, J., & Shen, L. (2019). Blockchain technology and its relationships to sustainable supply chain management. *International Journal of Production Research*, 57(7), 2117-2135.

<https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1533261>

- Sadri, S., Shahzad, A., & Zhang, K. (2021). Blockchain traceability in healthcare: Blood donation supply chain. *2021 23rd International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT)*, 119-126.
<https://doi.org/10.23919/ICACT51234.2021.9370704>
- Salah, K., Nizamuddin, N., Jayaraman, R., & Omar, M. (2019). Blockchain-based soybean traceability in agricultural supply chain. *IEEE Access*, 7, 73295-73305.
<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2918000>
- Saleh, F. (2021). Blockchain without waste: Proof-of-stake. *The Review of Financial Studies*, 34(3), 1156-1190.
<https://doi.org/10.1093/rfs/hhaa075>
- Sampaio, R., & Mancini, M. (2007). Estudos de revisão sistemática: Um guia para síntese criteriosa da evidência científica. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 11(1), 83–89.
<https://doi.org/10.1590/S1413-35552007000100013>
- Sathya, D., Nithyaroop, S., Jagadeesan, D., & Jacob, I. J. (2021). Block-chain technology for food supply chains. *2021 Third International Conference on Intelligent Communication Technologies and Virtual Mobile Networks (ICICV)*, 212–219.
<https://doi.org/10.1109/ICICV50876.2021.9388478>
- Saurabh, S., & Dey, K. (2021). Blockchain technology adoption, architecture, and sustainable agri-food supply chains. *Journal of Cleaner Production*, 284, 124731.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124731>
- Sayadi, S., Ben Rejeb, S., & Choukair, Z. (2018). Blockchain challenges and security schemes: A survey. *2018 Seventh International Conference on Communications and Networking (ComNet)*, 1–7.
<https://doi.org/10.1109/COMNET.2018.8621944>
- Shahid, A., Almogren, A., Javaid, N., Al-Zahrani, F. A., Zuair, M., & Alam, M. (2020). Blockchain-based agri-food supply chain: A complete solution. *IEEE Access*, 8, 69230-69243.
<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2986257>
- Singh, V., & Sharma, S. K. (2022). Application of Blockchain technology in shaping the future of food industry based on transparency and consumer trust. *Journal of Food Science and Technology*, 1-18.

<https://doi.org/10.1007/s13197-022-05360-0>

Stranieri, S., Riccardi, F., Meuwissen, M. P., & Soregaroli, C. (2021). Exploring the impact of Blockchain on the performance of agri-food supply chains. *Food Control*, 119, 107495.

<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107495>

Sudha, V., Kalaiselvi, R., & Shanmugasundaram, P. (2021). Blockchain based solution to improve the supply chain management in Indian agriculture. *2021 International Conference on Artificial Intelligence and Smart Systems (ICAIS)*, 1289–1292.

<https://doi.org/10.1109/ICAIS50930.2021.9395867>

Swanson, T. (2015, 5 April). Consensus-as-a-service: A brief report on the emergence of permissioned, distributed ledger systems. Retrieved December, 11, 2021, from <http://www.ofnumbers.com/wp-content/uploads/2015/04/Permissioned-distributed-ledgers.pdf>

Szabo, N. (1997). Formalizing and securing relationships on public networks. *First Monday*, 2(9).

<https://doi.org/10.5210/fm.v2i9.548>

Tan, B., Yan, J., Chen, S., & Liu, X. (2018). The impact of Blockchain on food supply chain: The case of Walmart. In M. Qiu (Ed.). *Smart blockchain. SmartBlock 2018. Lecture notes in computer Science* (Vol. 11373, pp. 167-177). Springer, Cham.

https://doi.org/10.1007/978-3-030-05764-0_18

Tapscott, A., & Tapscott, D. (2017). How Blockchain is changing finance. *Harvard Business Review*, 1(9), 2-5.

Tian, F. (2017). A supply chain traceability system for food safety based on HACCP, Blockchain & Internet of things. *2017 International Conference on Service Systems and Service Management*, 1-6.

<https://doi.org/10.1109/ICSSSM.2017.7996119>

Trautmann, L., & Lasch, R. (2021). Blockchain-driven supply chain finance-A structured review. *2021 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)*, 138-142.

<https://doi.org/10.1109/IEEM50564.2021.9672825>

- Tsoukas, V., Gkogkidis, A., Kampa, A., Spathoulas, G., & Kakarountas, A. (2021). Blockchain technology in food supply chain: A state of the art. *2021 6th South-East Europe Design Automation, Computer Engineering, Computer Networks and Social Media Conference (SEEDA-CECNSM)*, 1-8.
<https://doi.org/10.1109/SEEDA-CECNSM53056.2021.9566256>
- Vo, K. T., Nguyen-Thi, A. T., & Nguyen-Hoang, T. A. (2021). Building sustainable food supply chain management system based on Hyperledger fabric Blockchain. *2021 15th International Conference on Advanced Computing and Applications (ACOMP)*, 9-16.
<https://doi.org/10.1109/ACOMP53746.2021.00008>
- Wang, L., Luo, X. R., Lee, F., & Benitez, J. (2021). Value creation in Blockchain-driven supply chain finance. *Information & Management*, 103510.
<https://doi.org/10.1016/j.im.2021.103510>
- Wang, R. (2021). Application of Blockchain technology in supply chain finance in Beibu Gulf region. *2021 International Wireless Communications and Mobile Computing (IWCMC)*, 1860-1864.
<https://doi.org/10.1109/IWCMC51323.2021.9498979>
- Wang, R. (2021). Design and implementation of financial system of supply chain based on Blockchain. *2021 IEEE Conference on Telecommunications, Optics and Computer Science (TOCS)*, 1112–1115.
<https://doi.org/10.1109/TOCS53301.2021.9688704>
- Wang, Y., Singgih, M., Wang, J., & Rit, M. (2019). Making sense of Blockchain technology: How will it transform supply chains?. *International Journal of Production Economics*, 211, 221-236.
<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.02.002>
- Warnars, H. L. H. S., & Abdurachman, E. (2020). Blockchain technology open problems and impact to supply chain management in automotive component industry. *2020 6th International Conference on Computing Engineering and Design (ICCED)*, 1-4.
<https://doi.org/10.1109/ICCED51276.2020.9415836>
- Westerkamp, M., Victor, F., & Küpper, A. (2020). Tracing manufacturing processes using Blockchain-based token compositions. *Digital Communications and Networks*, 6(2), 167-176.
<https://doi.org/10.1016/j.dcan.2019.01.007>

- Worley, C., & Skjellum, A. (2018). Blockchain tradeoffs and challenges for current and emerging applications: generalization, fragmentation, sidechains, and scalability. *2018 IEEE International Conference on Internet of Things (iThings) and IEEE Green Computing and Communications (GreenCom) and IEEE Cyber, Physical and Social Computing (CPSCom) and IEEE Smart Data (SmartData)*, 1582-1587.
<https://doi.org/10.1109/Cybermatics.2018.2018.00265>
- Wu, B., & Duan, T. (2021). Application Blockchain in supply chain finance: A study on small and micro enterprises in Xi'an. *2021 2nd International Conference on Big Data Economy and Information Management (BDEIM)*, 479-482.
<https://doi.org/10.1109/BDEIM55082.2021.00104>
- Wüst, K., & Gervais, A. (2018). Do you need a Blockchain?. *2018 Crypto Valley Conference on Blockchain Technology (CVCBT)*, 45-54.
<https://doi.org/10.1109/CVCBT.2018.00011>
- Yaqoob, I., Salah, K., Jayaraman, R., & Al-Hammadi, Y. (2021). Blockchain for healthcare data management: opportunities, challenges, and future recommendations. *Neural Computing and Applications*, 1-16.
<https://doi.org/10.1007/s00521-020-05519-w>
- Yue, Y., & Fu, X. (2020). Research on medical equipment supply chain management method based on Blockchain technology. *2020 International Conference on Service Science (ICSS)*, 143-148.
<https://doi.org/10.1109/ICSS50103.2020.00030>
- Yuksel, H. B., Bolat, S., Bozkurt, H., & Yucekaya, A. (2021). The implementation of smart contract via Blockchain technology in supply chain management: A case study from the automotive industry in Turkey. *2021 International Conference on Artificial Intelligence and Blockchain Technology (AIBT)*, 90-94.
<https://doi.org/10.1109/AIBT53261.2021.00022>
- Yusuf, H., Surjandari, I., & Rus, A. M. M. (2019). Multiple channel with crash fault tolerant consensus Blockchain network: A case study of vegetables supplier supply chain. *2019 16th International Conference on Service Systems and Service Management (ICSSSM)*, 1-4.
<https://doi.org/10.1109/ICSSSM.2019.8887678>

Zhang, T., Li, J., & Jiang, X. (2021). Analysis of supply chain finance based on blockchain. *Procedia Computer Science*, 187, 1-6.
<https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.04.025>

Zheng, Z., Xie, S., Dai, H. N., Chen, X., & Wang, H. (2018). Blockchain challenges and opportunities: A survey. *International Journal of Web and Grid Services*, 14(4), 352-375.