

Blockchain e Smart Contracts como Condutores para Revolucionar a Cadeia de Suprimentos no Comércio B2C

Bianca Oliveira dos Santos*

Introdução. 1. Blockchain: fundamentos e tecnologia. 1.1 A rede Ethereum. 2 Smart contracts: conceitos e possíveis aplicações. 3 Blockchain e smart contracts: solução para revolucionar a cadeia de suprimentos no comércio B2C? 4 Entrevistas com especialistas. Conclusão. Referências.

Resumo

O artigo aborda o potencial revolucionário da tecnologia *blockchain* e dos contratos inteligentes (*smart contracts*) na cadeia de suprimentos do comércio B2C. Ele explora os fundamentos da *blockchain*, como um livro-razão descentralizado e imutável, e dos contratos inteligentes, programas autoexecutáveis que garantem a execução automática de cláusulas contratuais. A discussão foca em como essas tecnologias podem trazer mais transparência, eficiência e segurança para os processos logísticos, desde o rastreamento de produtos até a gestão de inventário, automatizando tarefas e minimizando fraudes. O artigo inclui entrevistas com especialistas que compartilham *insights* práticos sobre a implementação e desafios dessas tecnologias no varejo, destacando o potencial de transformação do setor, mesmo frente às barreiras técnicas e regulatórias ainda existentes.

Palavras-chave: *Blockchain. Smart Contracts. Cadeia de Suprimentos. Comércio B2C. Logística. Automação. Transparência. Rastreabilidade.*

* Graduada em Direito e pós-graduada em Direito Civil, Empresarial e Processo Civil pelo IBMEC São Paulo. Mestranda na Faculdade de Direito do Largo de São Francisco (FDUSP).

Abstract

This article discusses the revolutionary potential of blockchain technology and smart contracts in the B2C commerce supply chain. It explores the fundamentals of blockchain, as a decentralized and immutable ledger, and smart contracts, self-executing programs that ensure the automatic execution of contractual clauses. The discussion focuses on how these technologies can bring more transparency, efficiency, and security to logistics processes, from product tracking to inventory management, automating tasks and minimizing fraud. The article includes interviews with experts who share practical insights on the implementation and challenges of these technologies in retail, highlighting the sector's transformation potential, even in the face of existing technical and regulatory barriers.

Keywords: *Blockchain. Smart Contracts. Supply Chain. B2C Commerce. Logistics. Automation. Transparency. Traceability.*

Introdução

O avanço tecnológico tem transformado, significativamente, diversas áreas da economia e da sociedade com a tecnologia *blockchain* e os *smart contracts* figurando como dois dos pilares mais inovadores dessa transformação. Originalmente concebida como a base para a criptomoeda *Bitcoin*, a *blockchain* rapidamente demonstrou seu potencial para revolucionar setores além das finanças, proporcionando segurança, transparência e eficiência em várias aplicações. No contexto deste artigo, explora-se o impacto da *blockchain* e dos *smart contracts* na cadeia de suprimentos no comércio B2C (*business-to-consumer*).

Apesar dos avanços, o setor de comércio B2C enfrenta desafios críticos na gestão da cadeia de suprimentos. A falta de rastreabilidade eficaz impede o monitoramento preciso dos produtos, dificultando a identificação de problemas e a garantia de qualidade. Por vezes, a ausência de transparência nos processos obscurece a visibilidade das transações e responsabilidades, aumentando o risco de fraudes e erros operacionais. Além disso, a ineficiência operacional resulta em atrasos, custos elevados e dificuldades na coordenação entre os diferentes agentes da cadeia. A vulnerabilidade a fraudes e falsificações representa uma ameaça constante à integridade dos produtos e à confiança dos consumidores.

Em síntese, este trabalho abordará fundamentos, conceitos e possíveis aplicações da *blockchain* e dos *smart contracts*, bem como as vantagens e os desafios da aplicação prática da tecnologia no comércio B2C. Inicialmente, abordar-se-á a *blockchain*, um livro-razão descentralizado e imutável, em que cada transação é registrada em um bloco que, uma vez validado, é adicionado à cadeia de blocos existente. Esse mecanismo de registro descentralizado elimina a necessidade de intermediários confiáveis, reduzindo custos e aumentando a eficiência e a segurança das transações.

Em seguida, estudam-se os *smart contracts* (ou contratos inteligentes), que são programas autoexecutáveis operando na *blockchain*, executando automaticamente as cláusulas contratuais quando determinadas condições são atendidas. Conceituados inicialmente por Nick Szabo, os *smart contracts* prometem transformar a forma como os acordos são gerenciados, reduzindo a necessidade de intervenção humana e minimizando os riscos de fraude e inadimplência.¹

¹ SZABO, Nick. Smart Contracts: Building blocks for digital markets, 1996. Disponível em: <https://www.truevaluemetrics.org/DBpdfs/BlockChain/Nick-Szabo-Smart-Contracts-Building-Blocks-for-Digital-Markets-1996-14591.pdf>. Acesso em: 22 jun. 2024.

A aplicação dessas tecnologias na cadeia de suprimentos tem o potencial de oferecer uma solução para muitos dos problemas enfrentados pelo setor B2C. Desde a gestão de inventário até a rastreabilidade de produtos, a *blockchain* e os *smart contracts* podem proporcionar uma visão completa e transparente de todo o processo, garantindo que todas as partes envolvidas tenham acesso às mesmas informações em tempo real. Neste sentido, investiga-se o impacto da implementação de *blockchain* e *smart contracts* na cadeia de suprimentos do comércio B2C, analisando seu potencial para aumentar a transparência e a eficiência operacional, bem como para reduzir erros e fraudes. Para essa discussão, serão apresentados os fundamentos técnicos dessas tecnologias e suas aplicações práticas, exemplos de casos concretos e entrevistas com especialistas do setor de tecnologia e logística.

1 *Blockchain*: fundamentos e tecnologia

De forma sucinta, Joseph J. Bambara e Paul R. Allen definem a *blockchain* como:

[...] um banco de dados que compreende uma efetiva cadeia de blocos de tamanhos fixos que incluem 1 a N transações, na qual cada transação adicionada a um novo bloco é validada e então inserida no bloco. Quando o bloco está completo, é adicionado ao fim da cadeia de blocos.²

Trata-se, portanto, de um livro-razão descentralizado, baseado em algoritmos criptografados e incentivos econômicos (chamados de *hash*) de modo a assegurar a integridade e legitimidade de cada transação. Assim, uma cópia da *blockchain* é compartilhada entre todos os “nós” conectados na rede, formando o histórico de todas as transações válidas. A partir disso, cada transação é registrada em um “bloco”, que é anexado ao sequencialmente anterior,⁴ ou seja, ela é projetada para impedir que qualquer pessoa altere transações que já foram registradas, eis que, funcionando como um livro-razão em que só se pode adicionar novas informações a partir do momento em que uma informação é registrada na *blockchain*, ela não pode mais ser modificada ou removida – repise-se que a alteração dos dados de um bloco requer a manipulação de todos os outros anteriores. Destarte, o resultado é uma longa cadeia de blocos (ou *blockchain*) que representa toda a cadeia de transações desde o primeiro *genesis block*,⁵ o inaugural da cadeia, até o mais recentemente concluído.

Por sua vez, o *hash*, mencionado acima, tem como função conectar esses blocos, justamente por meio de seu código criptográfico.⁶ Bruce Schneier explica que:

2 Tradução livre de: “[...] a database encompassing a physical chain of fixed-length blocks that include 1 to N transactions, where each transaction added to a new block is validated and then inserted into the block. When the block is completed, it is added to the end of the existing chain of blocks”. ALLEN, Paul R.; BAMBARA, Joseph J. *Blockchain: A practical guide to developing business, law and technology solutions*. Nova York: McGraw-Hill Education, 2018, p. 1.

3 De acordo com Alex Preukschat, um nó pode ser um computador pessoal ou, dependendo da complexidade da rede, um megacomputador. Independentemente da capacidade de computação, todos os nós devem ter o mesmo *software*/protocolo para se comunicar uns com os outros. Caso contrário, eles não poderão se conectar ou fazer parte da rede de um *blockchain*, seja público, privado ou híbrido. Se em uma *blockchain* pública esses nós não precisam se identificar, em uma *blockchain* privada os nós se conhecem, e também podem ser iguais uns aos outros. Tradução livre de: “un nodo: puede ser un ordenador personal o, según la complejidad de la red, una megacomputadora. Con independencia de la capacidad de cómputo, todos los nodos han de poseer el mismo software/protocolo para comunicarse entre sí. De otro modo no podrán conectarse ni formar parte de la red de una blockchain, sea ésta pública, privada o híbrida. Si en una blockchain pública estos nodos no tienen por qué identificarse, en una blockchain privada los nodos se conocen entre sí, pudiendo también ser iguales entre ellos”. PREUKSCHAT, Alexander *et al.* *Blockchain: La Revolución Industrial de Internet*. Barcelona: Gestión 2000, 2017, p. 15-16.

4 NAKAMOTO, Satoshi. *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*, 2008. Disponível em: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>. Acesso em: 22 jun. 2024.

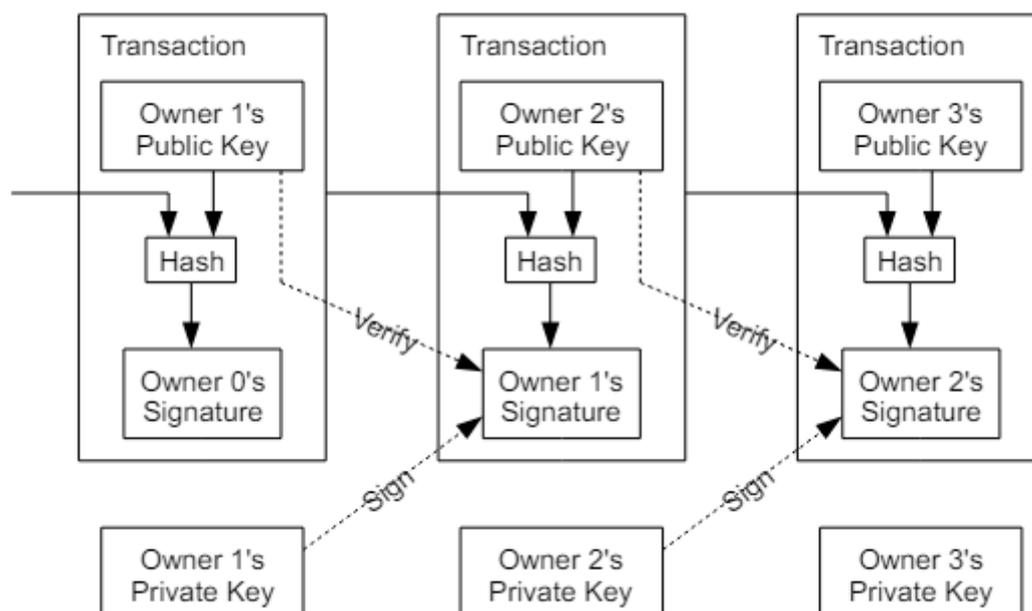
5 SPRANKEL, Simon. *Technical basis of digital currencies*. Alemanha: Technische Universität Darmstadt, 2013. Disponível em: <https://www.coderblog.de/wp-content/uploads/technical-basis-of-digital-currencies.pdf>. Acesso em: 22 jun. 2024.

6 Sendo uma técnica de criptografia desenvolvida pela U.S. Nation Security Agency (NSA). DE FILIPPI, Primavera; WRIGHT, Aaron. *Blockchain and The Law: The rule of code*. Cambridge: Harvard University Press, 2018, p. 22.

As funções de *hash* são como impressões digitais: pequenos pedaços de dados que podem servir para identificar objetos digitais muito maiores.⁷

Em um breve resumo, o criptógrafo ainda diz ser fácil calcular o *hash* de qualquer coisa: por exemplo, se você tiver o *hash* original de um arquivo, pode calcular o do arquivo que você tem e comparar. Se os *hashes* coincidirem, sabe-se que o arquivo não foi alterado. Isso garante que o arquivo é o mesmo criado pelo autor e não foi modificado por terceiros. No entanto, é extremamente difícil (praticamente impossível) criar outro objeto que tenha o mesmo *hash* ou reverter o *hash* para obter o objeto original, justamente em razão da garantia de autenticidade e integridade, e é justamente por essas razões que “as funções de *hash* têm uma enorme gama de aplicações em criptografia e segurança de computadores”.⁸

Observe, de forma exemplificativa, o quadro estrutural da *blockchain*:



Fonte: Nakamoto, Satoshi. Disponível em: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>. Acesso em: 22 jun. 2024.

Quanto à classificação, podemos dividir a *blockchain* em: i) pública não permissionada, em que qualquer pessoa pode participar do mecanismo de consenso e acessar todas as transações; ii) pública permissionada, onde todos podem acessar as transações, mas apenas alguns “nós” podem participar do consenso; iii) privada permissionada, onde apenas “nós” autorizados podem realizar transações, visualizar o log e participar do consenso, conforme definido pelo dono da *blockchain*; e iv) privada não permissionada, onde qualquer “nó” pode participar do consenso, mas apenas “nós” autorizados podem realizar transações e visualizar o log.⁹

7 Tradução livre de: “One-way hash functions are like digital fingerprints: small pieces of data that can serve to identify much larger digital objects”. SCHNEIER, Bruce. *Secret & Lies: Digital security in a networked world*. Indianapolis: Wiley Publishing, 2004, p. 94.

8 Tradução livre de: “Hash functions have an enormous range of applications in cryptography and computer security”. SCHNEIER, Bruce. *Secret & Lies: Digital security in a networked world*. Indianapolis: Wiley Publishing, 2004, p. 94.

9 GOVERNO Digital. *Blockchain: Tecnologias emergentes*, Blockchain, 2020. <https://www.gov.br/governodigital/pt-br/governanca-de-dados/blockchain>.

É importante destacar, por fim, que o anonimato em *blockchains* públicas versus privadas envolve importantes nuances. Nas *blockchains* públicas, os usuários podem realizar transações sem revelar suas identidades, utilizando chaves públicas criptografadas, o que confere um certo grau de anonimato. No entanto, essa privacidade não é absoluta, pois a análise das informações contextuais das transações pode levar à desanonimização.¹⁰ Em contrapartida, as *blockchains* privadas, controladas por uma entidade central, permitem restringir o acesso e impor medidas de verificação de identidade, resultando em menor anonimato.

1.1 A rede *Ethereum*

A conceituação de *blockchain* até então narrada neste trabalho tem por base a primeira criada por essa tecnologia: a rede Bitcoin. Ocorre que, em razão de certas limitações funcionais, surgiram novas *blockchains*,¹¹ entre elas a rede *Ethereum*.

A *Ethereum* foi criada para superar essas limitações e teve seu início a partir do *paper: Ethereum White Paper: a next generation smart contract and decentralized application platform*, de Vitalik Buterin,¹² sendo definida como sinônima de *smart contract*¹³ e a segunda *blockchain* mais utilizada, depois da própria Bitcoin.¹⁴

Mas, afinal, quais eram essas limitações e como a *Ethereum* as difere?

Em primeiro lugar, quanto à escalabilidade, a Bitcoin demora cerca de 10 minutos para adicionar um novo bloco, permitindo apenas de três a quatro transações por segundo. Comparativamente, a rede de cartões Visa, por exemplo, processa cerca de 20.000 operações no mesmo tempo.¹⁵ Além disso, a linguagem usada pelo Bitcoin é projetada para realizar apenas análises simples de verdadeiro ou falso para transações de moedas digitais, não suportando *softwares* mais complexos como os contratos inteligentes (*smart contracts*).¹⁶

Com o surgimento da *Ethereum*, foi possível trazer uma linguagem Turing-completa, a qual permite a execução de programas completos, não apenas transações contábeis simples.¹⁷ Isso faz da *Ethereum* um “computador distribuído” ou “infraestrutura computacional descentralizada”.¹⁸

A escalabilidade também é um diferencial: um novo bloco é adicionado a cada doze segundos, em comparação aos 10 minutos do Bitcoin. Ademais, a *Ethereum* possui uma moeda digital própria: o *Ether*. As transações cobram uma certa quantidade de *Ether* para prevenir o uso desnecessário de poder de processamento em contratos inteligentes.¹⁹

¹⁰ DE FILIPPI, Primavera; WRIGHT, Aaron. **Blockchain and The Law: The rule of code**. Cambridge: Harvard University Press, 2018, p. 38-39.

¹¹ DE FILIPPI, Primavera; WRIGHT, Aaron. **Blockchain and The Law: The rule of code**. Cambridge: Harvard University Press, 2018, p. 27.

¹² BUTERIN, Vitalik. *Ethereum White Paper: a next generation smart contract & decentralized application platform*. Disponível em: https://blockchainlab.com/pdf/Ethereum_white_papera_next_generation_smart_contract_and_decentralized_application_platform-vitalik-buterin.pdf. Acesso em: 22 jun. 2024.

¹³ BUTLER, Tom; CECI, Marcello; AL KHALIL, Firas; O'BRIEN, Leona. *Trust in Smart Contracts Is a Process, As Well*. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/315812610_Trust_in_Smart_Contracts_is_a_Process_As_Well. Acesso em: 22 jun. 2024.

¹⁴ DEMARTINI, Claudio; GATTESCHI, Valentina; LAMBERTI, Fabrizio. *Technology of Smart Contracts*. In: CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina (org.). *The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms*. United Kingdom: Cambridge University Press, 2020, p. 37-58, p. 41.

¹⁵ BAMBARA, Joseph J. **Blockchain: a practical guide to developing business, law and technology solutions**. Nova York: McGraw-Hill Education, 2018, p. 218.

¹⁶ ANTONOPOULOS, Andreas M.; WOOD, Galvin. **Mastering Ethereum: Building smart contracts and DAPPs**. Sebastopol: O'Reilly, 2019, p. 2.

¹⁷ ANTONOPOULOS, Andreas M.; WOOD, Galvin. **Mastering Ethereum: Building smart contracts and DAPPs**. Sebastopol: O'Reilly, 2019, p. 1-2.

¹⁸ DE FILIPPI, Primavera; WRIGHT, Aaron. **Blockchain and The Law: The rule of code**. Cambridge: Harvard University Press, 2018, p. 28.

¹⁹ BAMBARA, Joseph J. **Blockchain: A practical guide to developing business, law and technology solutions**. Nova York: McGraw-Hill Education, 2018, p. 103-111.

Por fim, há *tokens* na *Ethereum* e que não se limitam a representar unidades monetárias, podendo representar qualquer ativo digital ou físico, ou mesmo conceitos abstratos.^{20 21}

A fim de concluir este capítulo, saliente-se breves palavras de Primavera De Filippi que resumem bem o tema aqui tratado:

A principal inovação do *blockchain* é sua capacidade de validar transações de forma descentralizada, sem a necessidade de uma autoridade confiável. Até recentemente, as moedas digitais eram operadas por meio de um operador central ou intermediário confiável. As tecnologias *blockchain* eliminam a necessidade de uma câmara de compensação central, permitindo que as transações sejam verificadas e a lógica computacional seja executada de forma descentralizada. Em vez de solicitar a confirmação de cada transação a uma autoridade centralizada, o consenso distribuído do *blockchain* é tal que qualquer tentativa de adulteração do estado de consenso provavelmente será rejeitada pela rede como uma transação inválida. Inicialmente desenvolvido como parte da rede Bitcoin, o *blockchain* é uma tecnologia de uso geral que pode ser usada para muitos outros tipos de aplicações que anteriormente exigiam a existência de um terceiro confiável [...].²²

E finaliza ressaltando que essas tecnologias emergentes saltam para um novo passo ao processo de desintermediação, afinal muitas coisas que antes exigiam um intermediário centralizado para coordenar a ação de vários indivíduos agora podem ser alcançadas de forma descentralizada por meio da *blockchain*. Quanto à rede *Ethereum*, em particular, ela permite a criação dos chamados contratos inteligentes – aplicativos de software implantados diretamente na *blockchain* (em oposição a um servidor central) que são autoexecutáveis, no sentido de que são executados automaticamente sempre que alguém entra em uma transação com eles.²³

Em sendo, portanto, uma inovação tecnológica que visa automatizar e garantir a execução transparente de operações digitais de forma confiável, utilizando as capacidades oferecidas pela tecnologia *blockchain*, avança-se para o estudo dos *smart contracts*.

2 *Smart contracts*: conceitos e possíveis aplicações

Nick Szabo foi o pioneiro ao mencionar os *smart contracts* em seu artigo *Smart Contracts: Building blocks for digital markets*, em 1996. Nesse primeiro momento, o jurista e criptógrafo introduziu sua ideia afirmando:

Eu chamo esses novos contratos de “inteligentes”, porque eles são muito mais funcionais do que seus ancestrais inanimados baseados em papel. Não está implícito o uso de inteligência

20 ANTONOPOULOS, Andreas M.; WOOD, Galvin. *Mastering Ethereum: Building smart contracts and DAPPs*. Sebastopol: O'Reilly, 2019, p. 221.

21 BAMBARA, Joseph J. *Blockchain: A practical guide to developing business, law and technology solutions*. Nova York: McGraw-Hill Education, 2018, p. 36.

22 Tradução livre de: “The core innovation of the blockchain is its ability to validate transactions in a decentralized manner, without the need for a trusted authority. Until recently, digital currencies were operated through a central operator or trusted intermediary. Blockchain technologies eliminate the need for a central clearinghouse by allowing for transactions to be verified and computer logic to be executed in a decentralized manner. Instead of requesting confirmation for every transaction to a centralized authority, blockchain’s distributed consensus is such that any attempt at tampering with the consensus state will most likely be rejected by the network as an invalid transaction. Initially developed as part of the Bitcoin network, the blockchain is a general purpose technology that can be used for many other kinds of applications which formerly required the existence of a trusted third party [...]”. DE FILIPPI, Primavera. **The interplay between decentralization and privacy: the case of blockchain technologies**. *Journal of Peer Production*, Issue, n. 7, 2016, p. 6-7. Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2852689. Acesso em: 22 jun. 2024.

23 DE FILIPPI, Primavera. **The interplay between decentralization and privacy: the case of blockchain technologies**. *Journal of Peer Production*, Issue, n. 7, 2016, p. 6-7. Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2852689. Acesso em: 22 jun. 2024.

artificial. Um contrato inteligente é um conjunto de promessas, especificadas em formato digital, incluindo protocolos dentro dos quais as partes executam essas promessas.²⁴

O racional de Szabo focava na possibilidade de os contratos se autoexecutarem, ou seja, que houvesse seu cumprimento automático a partir do que foi estabelecido pelas partes, sem a necessidade de intervenção de terceiros na relação jurídica. Para isso, explica que “[...] muitos tipos de cláusulas contratuais (como penhor, obrigações, delimitações do direito de propriedade etc.) podem ser embutidos em *hardwares* e *softwares* com os quais lidamos [corriqueiramente], de uma maneira que o descumprimento contratual se torne dispendioso (se desejado, algumas vezes até mesmo proibitivo) para o inadimplente”.²⁵

Para embasar seu conceito, Nick ainda assevera que a máquina de vendas automática seria um exemplo canônico da vida real, podendo ser considerada, inclusive, um ancestral primitivo dos *smart contracts*.²⁶

Ocorre que, apesar dessa tentativa primária, não se tem, até o momento, consenso acerca do conceito e dos elementos que compõem os *smart contracts*,²⁷ nem se eles são, do ponto de vista jurídico, efetivamente contratos.

Josh Stark propôs importante distinção, destrinchando os *smart contracts* em “*smart contract code*” e “*smart legal contract*”. Quanto ao primeiro conceito, seria aplicável quando utilizado para se referir a um mero código em *blockchain*, geralmente voltado ao uso de desenvolvedores e outros que trabalhem diretamente com essa tecnologia:

[...] *smart contract code* não precisa se assemelhar a nada que, ordinariamente, consideraríamos como “contrato”. Enquanto o código pode articular uma transação financeira condicional (“envie 1 BTC [bitcoin] de Alice para Bob em 1 de julho de 2016”), também pode governar aplicações que controlam permissões de acesso (“se Alice tiver votado sim, remova os direitos de voto de Bob em relação ao Aplicativo X e notifique os demais usuários...”).²⁸

Por sua vez, o “*smart legal contract*” “[...] refere-se a um específico uso do *smart contract code* – uma forma de utilizar a tecnologia *blockchain* para complementar ou substituir os contratos legais existentes”.²⁹

24 Tradução livre de: “I call these new contracts “smart”, because they are far more functional than their inanimate paper-based ancestors. No use of artificial intelligence is implied. A smart contract is a set of promises, specified in digital form, including protocols within which the parties perform on these promises”. SZABO, Nick. **Smart Contracts: Building blocks for digital markets**, 1996, p. 1. Disponível em: <https://www.truevaluemetrics.org/DBpdfs/BlockChain/Nick-Szabo-Smart-Contracts-Building-Blocks-for-Digital-Markets-1996-14591.pdf>. Acesso em: 22 jun. 2024.

25 Tradução livre de: “[...] many kinds of contractual clauses (such as liens, bonding, delineation of property rights, etc.) can be embedded in the hardware and software we deal with, in such a way as to make breach of contract expensive (if desired, sometimes prohibitively so) for the breacher”. SZABO, Nick. **Smart Contracts: Building blocks for digital markets**, 1996, p. 1. Disponível em: <https://www.truevaluemetrics.org/DBpdfs/BlockChain/Nick-Szabo-Smart-Contracts-Building-Blocks-for-Digital-Markets-1996-14591.pdf>. Acesso em: 22 jun. 2024.

26 SZABO, Nick. **Smart Contracts: Building blocks for digital markets**, 1996, p. 1. Disponível em: <https://www.truevaluemetrics.org/DBpdfs/BlockChain/Nick-Szabo-Smart-Contracts-Building-Blocks-for-Digital-Markets-1996-14591.pdf>. Acesso em: 22 jun. 2024.

27 CARIA, Riccardo de. Definitions of Smart Contracts: Between law and code. In: CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina (org.). **The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms**. United Kingdom: Cambridge University Press, 2020, p. 21.

28 Tradução livre de: “[...] smart contract code need not resemble anything we would ordinarily think of as a ‘contract’. While the code could articulate a conditional financial transaction (send 1 BTC from Alice to Bob on July 1, 2016), it could also be a governance application that controls account permissions (if Alice has voted yes, remove Bob’s voting rights over Application X and notify the following accounts...)”. STARK, Josh. **Making Sense of Blockchain Smart Contracts**. Coin Desk, 4 jun. 2016. Disponível em: <https://www.coindesk.com/markets/2016/06/04/making-sense-of-blockchain-smart-contracts/>. Acesso em: 22 jun. 2024.

29 Tradução livre de: “[...] refers to a specific use case of smart-contract code – a way of using blockchain technology to complement, or replace, existing legal contracts”. STARK, Josh. **Making Sense of Blockchain Smart Contracts**. Coin Desk, 4 jun. 2016. Disponível em: <https://www.coindesk.com/markets/2016/06/04/making-sense-of-blockchain-smart-contracts/>. Acesso em: 22 jun. 2024.

Portanto, infere-se que, a depender da situação fática, o *smart contract* poderá ser reconhecido como mero programa de computador ou contrato na acepção legal, se, neste caso, for reconhecido como tal por determinado ordenamento jurídico. Nesse ponto, ainda, Tatiana Revoredo enfatiza que muitas questões técnico-legais exigirão tempo e debates interdisciplinares entre advogados e desenvolvedores de *softwares* até que sejam conclusivas.³⁰

De todo modo, o fato é que a tecnologia *blockchain* é essencial para que os *smart contracts* sejam reconhecidos como uma inovação jurídica e computacional significativa, sendo uma verdadeira “espinha dorsal”. A imutabilidade e a descentralização da *blockchain* garantem que os *smart contracts* registrados nela não possam ser alterados por nenhuma parte, incluindo autoridades governamentais. Além disso, a transparência de uma *blockchain* pública permite que qualquer pessoa, com algum conhecimento técnico, acesse e inspecione esses contratos. Em essência, os *smart contracts* são programas de computador, o que significa que não são necessariamente apresentados em um formato de fácil leitura ou traduzidos para a linguagem natural.³¹

Valentina Gatteschi, Fabrizio Labertini e Claudio Dermatini afirmam que a *blockchain*, como tecnologia de *smart contract*, é aplicada, ou tem potencial para tanto, em operações relacionadas à economia do compartilhamento, seguros, internet das coisas, serviços notariais, finanças, administração de dados pessoais e a que principal interessa a este trabalho: nas cadeias de produção e distribuição.³²

Os mesmos autores ainda asseguram, em outro momento, que “a cadeia de suprimentos é provavelmente um dos cenários que mais se beneficiaria da *blockchain*. Na verdade, aqui a *blockchain* poderia registrar informações escritas pelos múltiplos atores envolvidos na produção de componentes”.³³ Abordar-se-á o tema no próximo capítulo.

3 *Blockchain e smart contracts: solução para revolucionar a cadeia de suprimentos no comércio B2C?*

Dentre todas as situações expostas no capítulo anterior, a aplicação dos *smart contracts* na cadeia de suprimentos tem sido a mais factível, pois é possível atrelar todo o processo dentro da tecnologia, suportando múltiplos compartilhamentos das mesmas informações de forma segura e confiável, resultando em eficiência e reinvenção de toda a operação do ecossistema de suprimentos.

Tratar-se-á, como objeto de estudo, especificamente a arquitetura da venda no varejo digital B2C (*business-to-consumer*). Tradicionalmente, os consumidores enviam um pedido ao vendedor, que, ao recebê-lo, ajusta manualmente as informações do cliente, processa a transação de pagamento e informa à transportadora para iniciar o envio. Depois que a transportadora recolhe o pacote do vendedor, ela verifica todas as informações fornecidas, incluindo os dados do consumidor e do pacote. Por fim, a transportadora processa a remessa, atualiza o *status* do envio e notifica o consumidor sobre a chegada.³⁴

30 REVOREDO, Tatiana. **Blockchain**: tudo o que você precisa saber (Potencial e Realidade). São Paulo: The global strategy, 2019.

31 SANTOS, Gabriel Gonçalves. **Smart contracts**: conceitos, limitações e potencialidades. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Direito, 2022, p. 47.

32 DEMARTINI, Claudio; GATTESCHI, Valentina; LAMBERTI, Fabrizio. Technology of Smart Contracts. In: CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina (org.). **The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms**. United Kingdom: Cambridge University Press, 2020, p. 45-52.

33 DEMARTINI, Claudio; GATTESCHI, Valentina; LAMBERTI, Fabrizio. Blockchain Technology Use Cases. In: KIM, Shiho; DEKA, Ganesh Chandra. **Advanced Applications of Blockchain Technology**. 1ª ed. Singapore: Springer, 2020, p. 106.

34 HADDAD, Hisham; QU, Feiyang; SHAHRIAR, Hossain. Smart Contract-based Secured Business-to-Consumer Supply Chain Systems. 2019 IEEE International Conference on Blockchain, p. 582. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8946227>. Acesso em: 22 jun. 2024.

Ocorre que esse processo tradicional traz grandes desafios. Alguns deles são citados por Kai Wannenwetsch, Isabel Ostermann, Rene Priela, Felix Gerschner e Andreas Theissler: i) ausência de uma gestão eficiente e falta de visibilidade dos ativos que acabam por dificultar o monitoramento e a otimização da cadeia de suprimentos; ii) gestão inadequada dos dados, que pode levar informações imprecisas ou incompletas, prejudicando a tomada de decisões e a eficiência operacional; iii) incapacidade de gerenciar riscos de maneira eficaz, expondo a cadeia de suprimentos a vulnerabilidades, como desastres naturais, pandemias ou problemas alfandegários imprevistos; iv) problemas de rastreabilidade, eis que esta é crucial para garantir a qualidade e a segurança dos produtos; v) possibilidade de falsificação de registros em bases de dados ou sistemas governamentais, o que representa um risco significativo, especialmente em setores onde os dados não são publicamente disponíveis; e vi) há grande dependência de plataformas centrais, pois grandes empresas frequentemente utilizam essas plataformas para gerenciar informações, o que é um problema, porque, se a parte central que detém os dados for comprometida, as informações podem ser perdidas ou inacessíveis, afetando a transparência e a segurança dos dados.³⁵

Mas a tecnologia *blockchain* oferece vantagens significativas na resolução desses conflitos, isto pois, antes que um bloco possa ser adicionado à cadeia, ele deve ser verificado, garantindo que a transação seja realizada de forma segura e confiável. Por esse motivo, uma das principais vantagens da *blockchain* é a criação de uma cadeia de abastecimento rastreável e transparente. Essa transparência reduz problemas de confiança entre os participantes da cadeia, diminui a probabilidade de fraude e permite uma melhor rastreabilidade dos processos de fabricação e produção. Isso é alcançado pela implementação de identificadores apropriados ao longo de toda a cadeia de suprimentos, garantindo que cada etapa seja monitorada e verificada.³⁶

Além disso, a *blockchain* melhora a segurança e a transparência dos dados, promovendo uma estrutura empresarial sustentável. Isso transforma sistemas lineares em sistemas circulares, onde os recursos são reutilizados de maneira eficiente. Produtos defeituosos ou danificados podem ser rastreados até a entidade responsável na cadeia de suprimentos, facilitando a identificação e correção de problemas. Sistemas de detecção de anomalias também podem ser implementados, aumentando a robustez dos sistemas *blockchain* e detectando atividades maliciosas.³⁷

Outra vantagem é o impacto positivo nos sistemas de entrega *just-in-time*. Com o uso de *smart contracts*, os produtos podem ser fabricados e entregues conforme a demanda, resultando em uma gestão de estoque mais eficiente e em custos reduzidos. A rastreabilidade também permite que produtos ou itens individuais sejam seguidos desde o fabricante até o consumidor final, contribuindo para uma gestão de danos mais eficaz ao longo da cadeia de suprimentos.³⁸

É possível, ainda, que a *blockchain* seja complementada por outras tecnologias, como a Internet das Coisas (IoT), para aumentar a resiliência a erros e melhorar a eficiência. A troca de dados,

35 WANNENWETSCH, Kai; OSTERMANN, Isabel; PRIEL, Rene; GERSCHNER, Felix; THEISSLER, Andreas. **Blockchain for Supply Chain Management: A Literature Review and Open Challenges**. *Procedia Computer Science*, v. 225, p. 1316, 2023. ISSN 1877-0509. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050923012772>. Acesso em: 22 jun. 2024.

36 WANNENWETSCH, Kai; OSTERMANN, Isabel; PRIEL, Rene; GERSCHNER, Felix; THEISSLER, Andreas. **Blockchain for Supply Chain Management: A Literature Review and Open Challenges**. *Procedia Computer Science*, v. 225, p. 1316, 2023. ISSN 1877-0509. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050923012772>. Acesso em: 22 jun. 2024.

37 WANNENWETSCH, Kai; OSTERMANN, Isabel; PRIEL, Rene; GERSCHNER, Felix; THEISSLER, Andreas. **Blockchain for Supply Chain Management: A Literature Review and Open Challenges**. *Procedia Computer Science*, v. 225, p. 1316, 2023. ISSN 1877-0509. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050923012772>. Acesso em: 22 jun. 2024.

38 WANNENWETSCH, Kai; OSTERMANN, Isabel; PRIEL, Rene; GERSCHNER, Felix; THEISSLER, Andreas. **Blockchain for Supply Chain Management: a Literature Review and Open Challenges**. *Procedia Computer Science*, v. 225, p. 1316, 2023. ISSN 1877-0509. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050923012772>. Acesso em: 22 jun. 2024.

operações e transações na *blockchain* é significativamente mais rápida e barata do que nos sistemas tradicionais, simplificando os processos de transação e reduzindo custos e tempo.³⁹

Outra razão crucial para utilizar a *blockchain* no gerenciamento da cadeia de suprimentos é a capacidade de evitar a falsificação. A alta confiabilidade dos dados armazenados nela, sem a necessidade de intermediários e o mecanismo de consenso, garantem a autenticidade das informações. Com a implementação da tecnologia *blockchain*, os custos, a produtividade, a lucratividade e o desempenho do gerenciamento da cadeia de suprimentos podem ser monitorados com maior precisão e menos erros.⁴⁰

Empresas no mundo todo já têm se movimentado para aderir às vantagens da *blockchain*, a fim de melhorar seus processos logísticos na cadeia de suprimentos. Um exemplo prático é o da chinesa Green Hand, integrante do Grupo Alibaba, que possibilitou aos seus clientes a rastreabilidade de toda a cadeia logística de seu pedido por meio de um QR Code disponibilizado no aplicativo após a compra, em que todos os dados ficam armazenados e acessados via tecnologia *blockchain*.⁴¹

Feiyang Qu, Hisham Haddad e Hossain Shahriar também estabeleceram um protocolo chamado *Consumer Ordering Consensus Protocol* (COCP), em que se utilizam *smart contracts* para a automatização contratual em uma cadeia de suprimentos. São três: i) *Ordering Contract*: este é o contrato em que são previstas as obrigações entre o comprador e o vendedor, incluindo detalhes sobre o pagamento e a descrição do pedido; ii) *Warehouse Contract*: firmado entre o vendedor e o fabricante ou distribuidor, por meio do qual o pedido efetuado no primeiro contrato é repassado para o fabricante ou distribuidor; e, por fim, iii) *Shipping Contract*: neste, o fabricante ou distribuidor celebra um acordo com a transportadora, que inclui uma cláusula que notifica o cliente sobre o *status* de entrega do produto. Assim, esses contratos inteligentes automatizam e regulamentam as diferentes etapas de uma cadeia de suprimentos, desde o pedido inicial até a entrega final ao cliente.⁴²

Mas não se olvide dizer que os desafios práticos para execução e aplicação dessa tecnologia são ínfimos, pois não o são. Um dos principais é a escalabilidade. Enquanto a *blockchain* oferece um mecanismo seguro para armazenar e validar transações sem a necessidade de uma autoridade central, sistemas baseados em “*Proof of Work*” enfrentam limitações devido à crescente complexidade computacional e aos altos requisitos de energia. Essa questão não apenas impacta a eficiência operacional, mas também levanta preocupações sobre a sustentabilidade ambiental.⁴³

Além disso, a complexidade técnica envolvida na configuração e manutenção de redes *blockchain* empresariais é outra barreira significativa. Integrar *blockchain* com sistemas legados existentes (ou seja, sistemas já em uso nas empresas, frequentemente desatualizados) requer expertise e investimentos substanciais em infraestrutura e treinamento de pessoal. A falta de padrões claros e regulamentações também contribui para a incerteza em torno da adoção em larga escala.⁴⁴

39 WANNENWETSCH, Kai; OSTERMANN, Isabel; PRIEL, Rene; GERSCHNER, Felix; THEISSLER, Andreas. **Blockchain for Supply Chain Management: a Literature Review and Open Challenges**. *Procedia Computer Science*, v. 225, p. 1317, 2023. ISSN 1877-0509. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050923012772>. Acesso em: 22 jun. 2024

40 WANNENWETSCH, Kai; OSTERMANN, Isabel; PRIEL, Rene; GERSCHNER, Felix; THEISSLER, Andreas. **Blockchain for Supply Chain Management: a Literature Review and Open Challenges**. *Procedia Computer Science*, v. 225, p. 1317, 2023. ISSN 1877-0509. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050923012772>. Acesso em: 22 jun. 2024

41 CHEN, Lei; WANG, Jia. **Regulating Smart Contracts and Digital Platforms: a Chinese Perspective**. In: CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina (org.). *The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms*. United Kingdom: Cambridge University Press, 2020, p. 183-209, p. 187-188.

42 HADDAD, Hisham; QU, Feiyang; SHAHRIAR, Hossain. **Smart Contract-based Secured Business-to-Consumer Supply Chain Systems**. 2019 IEEE International Conference on Blockchain. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8946227>, p. 583. Acesso em 22 jun. 2024.

43 WANNENWETSCH, Kai; OSTERMANN, Isabel; PRIEL, Rene; GERSCHNER, Felix; THEISSLER, Andreas. **Blockchain for Supply Chain Management: A Literature Review and Open Challenges**. *Procedia Computer Science*, v. 225, p. 1317, 2023. ISSN 1877-0509. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050923012772>. Acesso em: 22 jun. 2024.

44 WANNENWETSCH, Kai; OSTERMANN, Isabel; PRIEL, Rene; GERSCHNER, Felix; THEISSLER, Andreas. **Blockchain for Supply Chain Management: A Literature Review and Open Challenges**. *Procedia Computer Science*, v. 225, p. 1318, 2023. ISSN 1877-0509. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050923012772>. Acesso em: 22 jun. 2024.

Ademais, a implementação prática tem sido predominantemente limitada a projetos-piloto e aplicações acadêmicas.⁴⁵ Para que a *blockchain* realize seu potencial transformador na gestão da cadeia de suprimentos, é crucial um maior desenvolvimento de ferramentas específicas e arquiteturas adaptadas às necessidades das organizações. A colaboração entre empresas, instituições de pesquisa e governos também é essencial para estabelecer diretrizes claras e promover a inovação tecnológica de maneira sustentável.

Apesar desses desafios, os potenciais benefícios da *blockchain* são consideráveis, como amplamente discorrido. A capacidade de fornecer um registro imutável e transparente de todas as transações pode melhorar a confiança entre os participantes da cadeia de suprimentos, reduzir erros operacionais e mitigar fraudes. A automação por *smart contracts* realmente pode simplificar processos complexos, como a gestão de pagamentos e o rastreamento de produtos, resultando em eficiências significativas, economia de custos e o mais: melhora na experiência de compra pelo cliente.

No entanto, somente por meio de um compromisso contínuo com o desenvolvimento tecnológico e a adoção estratégica é que se poderá explorar plenamente o potencial desta tecnologia emergente no cenário empresarial global.

4 Entrevistas com especialistas

No cenário contemporâneo do varejo, a cadeia de suprimentos, especialmente na logística, enfrenta inúmeros desafios, desde a rastreabilidade de mercadorias até a segurança das transações, conforme demonstrado. As tecnologias emergentes, como *blockchain* e *smart contracts*, têm sido propostas como soluções inovadoras para esses problemas.

Para complementar a análise teórica e explorar as aplicações práticas da *blockchain* e dos *smart contracts* no comércio B2C, foram realizadas entrevistas semiestruturadas com especialistas do setor. Os entrevistados, selecionados por sua experiência em tecnologia e logística no varejo, incluíram André Luiz de Souza Fatala (Apêndice A), Diretor-Executivo de Tecnologia do Grupo Magazine Luiza,⁴⁶ reconhecido por sua expertise em tecnologia e inovação, e Marcio Chammas (Apêndice B), Diretor-Executivo de Logística da mesma Companhia, com ampla experiência em gestão logística e cadeia de suprimentos.

As entrevistas, conduzidas presencialmente, tiveram duração média de uma hora e seguiram um roteiro de perguntas abertas que permitiu explorar temas relevantes e aprofundar questões específicas. Com o consentimento dos participantes, as conversas foram gravadas e posteriormente transcritas para análise. Os dados coletados passaram por análise de conteúdo, identificando temas recorrentes e insights sobre o uso de *blockchain* e *smart contracts* no varejo.

No Apêndice, encontram-se as perguntas e respostas das entrevistas, destacando benefícios, desafios e aplicações práticas dessas tecnologias no Magalu.

André Fatala (Apêndice A) destaca quatro benefícios principais do uso de *blockchain* e *smart contracts* na logística: (i) maior visibilidade da cadeia de suprimentos, (ii) rastreabilidade aprimorada, (iii) automação de processos e (iv) maior segurança das transações. A *blockchain* permite

⁴⁵ WANNENWETSCH, Kai; OSTERMANN, Isabel; PRIEL, Rene; GERSCHNER, Felix; THESSLER, Andreas. Blockchain for Supply Chain Management: A Literature Review and Open Challenges. *Procedia Computer Science*, v. 225, p. 1318, 2023. ISSN 1877-0509. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050923012772>. Acesso em: 22 jun. 2024.

⁴⁶ Nota do autor: o Grupo Magazine Luiza (Magalu) é uma das maiores redes de varejo do Brasil, fundada em 1957 em Franca, São Paulo. A empresa atua em lojas físicas, e-commerce, serviços financeiros, logística, marketplace, beleza, esporte, verticais de conteúdo, tecnologia, dentre outros, e atualmente possui mais de 40 empresas no Grupo. Conhecida por sua cultura de inovação e digitalização, o Magalu se destaca pela integração do varejo físico e digital, oferecendo uma experiência *omnichannel* aos clientes.

um registro imutável e transparente de todas as etapas da jornada de um produto, aumentando a confiança entre os envolvidos e facilitando a identificação de gargalos e ineficiências. A capacidade de rastrear cada produto individualmente melhora o controle de estoque, reduz riscos de perdas e fraudes e facilita a resolução de problemas de entrega. Os *smart contracts* podem automatizar tarefas repetitivas, liberando colaboradores para atividades estratégicas e aumentando a eficiência operacional. Além disso, a segurança proporcionada pela *blockchain* reduz o risco de fraudes e erros, garantindo a confiabilidade das informações.

Apesar dos benefícios, destaca que a implementação de *blockchain* e *smart contracts* apresenta desafios. No Magalu, a integração com sistemas legados é complexa, e a falta de padronização dificulta a interoperabilidade entre diferentes sistemas. A escassez de mão de obra qualificada também é um obstáculo significativo. Para superar esses desafios, o Magalu investe em pesquisa e desenvolvimento, colabora com parceiros como a Hedera Hashgraph, capacita seus colaboradores e adota uma abordagem incremental na implementação das novas tecnologias, começando com projetos piloto em áreas específicas.

Marcio Chammas (Apêndice B), por sua vez, aborda dois desafios operacionais na gestão da logística: (i) adequação da produção e (ii) planejamento preventivo, além de discorrer sobre o potencial da *blockchain*. A cadeia de produção de bens duráveis não é linear, o que pode levar a altos níveis de estoque ou rupturas, afetando negativamente a métrica OTIF (*On Time In Full*). Para mitigar esse problema, é essencial adotar uma cultura *data-driven*, baseada em dados históricos e previsões, além de desenvolver e fortalecer fornecedores. O entrevistado também vê a *blockchain* como uma solução para rastreamento de mercadorias, transparência na cadeia de suprimentos e redução de fraudes. Tecnologias como roteirização de pedidos, sequenciamento de entregas e geolocalização são utilizadas para melhorar a produtividade e evitar desvios e fraudes, proporcionando uma melhor experiência de compra aos clientes.

Em breve síntese, as entrevistas com André Fatala (Apêndice A) e Marcio Chammas (Apêndice B) revelam uma perspectiva otimista sobre o potencial da *blockchain* e dos *smart contracts* na cadeia logística. Apesar dos desafios de implementação, retrataram que o Magalu vem investindo em pesquisa, desenvolvimento e capacitação para aproveitar seus benefícios. A maior transparência, segurança e eficiência operacional na cadeia de suprimentos são vantagens que podem transformar a logística do setor de varejo. A adoção incremental e o desenvolvimento de parcerias são estratégias cruciais para a integração bem-sucedida dessas inovações, sinalizando um futuro promissor para o tema.

Conclusão

A aplicação da tecnologia *blockchain* e dos *smart contracts* na cadeia de suprimentos do comércio B2C apresenta um potencial significativo para transformar e otimizar este setor vital da economia global.

Conforme discutido anteriormente, o setor de comércio B2C enfrenta desafios críticos na gestão da cadeia de suprimentos, incluindo a falta de rastreabilidade eficaz, a possível ausência de transparência nos processos e ineficiência operacional, bem como vulnerabilidade a fraudes e falsificações.

A natureza descentralizada e imutável da *blockchain* proporciona uma base sólida para a construção de sistemas de rastreamento e verificação, que são altamente seguros e transparentes. Isso resolve muitos dos desafios enfrentados atualmente, como a falta de transparência, a ineficiência operacional e os riscos de fraude.

Os *smart contracts*, ao automatizarem a execução de cláusulas contratuais, reduzem a necessidade de intervenção humana e minimizam os riscos associados à inadimplência e à manipulação de dados. Ao garantir que todas as partes envolvidas em uma transação tenham acesso às mesmas informações em tempo real, esses contratos inteligentes promovem a confiança e a integridade ao longo de toda a cadeia de suprimentos.

Estudos de caso e entrevistas com especialistas do setor mostram que a implementação dessas tecnologias pode levar a melhorias significativas em termos de eficiência, segurança e transparência, levando a uma maior confiança dos consumidores e redução nos custos operacionais, além do aumento na precisão dos dados de rastreamento.

Nesse sentido, este artigo buscou explorar como a *blockchain* e os *smart contracts* podem aprimorar a transparência, a eficiência operacional, a segurança e reduzir erros e fraudes na cadeia de suprimentos do comércio B2C.

No entanto, a adoção dessas tecnologias ainda enfrenta desafios. A necessidade de padronização é um dos principais obstáculos, já que a ausência de normas comuns dificulta a interoperabilidade entre diferentes sistemas e plataformas. Além disso, a integração com sistemas legados, conforme já mencionado, pode ser complexa e custosa, exigindo investimentos substanciais em tempo e recursos.

Questões regulatórias também representam um óbice, uma vez que a regulamentação da tecnologia *blockchain* e dos *smart contracts* ainda está em desenvolvimento. As empresas devem navegar por um panorama regulatório incerto e em constante mudança, o que pode limitar a adoção e a inovação.

Apesar desses desafios, à medida que mais empresas reconhecem o valor da *blockchain* e dos *smart contracts*, espera-se que essas barreiras sejam superadas, promovendo uma adoção mais ampla. Colaborações entre empresas, desenvolvedores de tecnologia e reguladores serão cruciais para estabelecer padrões e regulamentações que facilitem a integração e assegurem a conformidade.

Em suma, a *blockchain* e os *smart contracts* estão bem posicionados para revolucionar a cadeia de suprimentos no comércio B2C, oferecendo soluções inovadoras para problemas antigos. A capacidade de garantir transações seguras, transparentes e eficientes representa um avanço significativo, não apenas para as empresas, mas também para os consumidores, que podem esperar um nível de confiança e transparência sem precedentes. A compreensão e a implementação eficaz dessas tecnologias serão cruciais para que se possa aproveitar plenamente suas vantagens.

Referências

ALLEN, P. R.; BAMBARA, J. J. **Blockchain: a practical guide to developing business, law and technology solutions.** Nova York: McGraw-Hill Education, 2018.

ANTONOPOULOS, A. M.; WOOD, G. **Mastering Ethereum: Building smart contracts and DAPPs.** Sebastopol: O'Reilly, 2019.

BAMBARA, J. J. **Blockchain: a practical guide to developing business, law and technology solutions.** Nova York: McGraw-Hill Education, 2018.

BUTERIN, V. **Ethereum white paper: a next generation smart contract & decentralized application platform.** Disponível em: https://blockchainlab.com/pdf/Ethereum_white_paper_a_next_generation_smart_contract_and_decentralized_application_platform-vitalik-buterin.pdf. Acesso em: 22 jun. 2024.

BUTLER, T.; CECI, M.; AL KHALIL, F.; O'BRIEN, L. **Trust in smart contracts is a process, as well.** Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/315812610_Trust_in_Smart_Contracts_is_a_Process_As_Well. Acesso em: 22 jun. 2024.

CARIA, R. de. Definitions of smart contracts: between law and code. In: CANNARSA, M.; DiMATTEO, L. A.; PONCIBÒ, C. (orgs.). **The Cambridge handbook of smart contracts, blockchain technology and digital platforms.** United Kingdom: Cambridge University Press, 2020.

CHEN, L.; WANG, J. Regulating smart contracts and digital platforms: a Chinese perspective. In: CANNARSA, M.; DiMATTEO, L. A.; PONCIBÒ, C. (org.). **The Cambridge handbook of smart contracts, blockchain technology and digital platforms.** United Kingdom: Cambridge University Press, 2020.

DEMARTINI, C.; GATTESCHI, V.; LAMBERTI, F. Technology of smart contracts. In: CANNARSA, M.; DiMATTEO, L. A.; PONCIBÒ, C. (orgs.). **The Cambridge handbook of smart contracts, blockchain technology and digital platforms.** United Kingdom: Cambridge University Press, 2020.

DEMARTINI, C.; GATTESCHI, V.; LAMBERTI, F. Blockchain technology use cases. In: KIM, S.; DEKA, G. C. (orgs.). **Advanced applications of blockchain technology.** 1. ed. Singapore: Springer, 2020.

DE FILIPPI, P.; WRIGHT, A. **Blockchain and the law: the rule of code.** Cambridge: Harvard University Press, 2018.

DE FILIPPI, P. **The interplay between decentralization and privacy: the case of blockchain technologies.** *Journal of Peer Production*, Issue, n. 7, 2016. Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2852689. Acesso em: 22 jun. 2024.

GOVERNO DIGITAL. **Blockchain: tecnologias emergentes, blockchain.** 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/governodigital/pt-br/governanca-de-dados/blockchain>. Acesso em: 22 jun. 2024.

HADDAD, H.; QU, F.; SHAHRIAR, H. **Smart contract-based secured business-to-consumer supply chain systems.** 2019 *IEEE International Conference on Blockchain*. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8946227>. Acesso em: 22 jun. 2024.

NAKAMOTO, S. **Bitcoin: a peer-to-peer electronic cash system.** 2008. Disponível em: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>. Acesso em: 22 jun. 2024.

PREUKSCHAT, A. et al. **Blockchain: la revolución industrial de Internet.** Barcelona: Gestión 2000, 2017.

REVOREDO, T. **Blockchain: tudo o que você precisa saber (potencial e realidade).** São Paulo: The Global Strategy, 2019.

SANTOS, G. G. **Smart contracts: conceitos, limitações e potencialidades.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Direito, 2022.

SCHNEIER, B. **Secret & lies: digital security in a networked world.** Indianapolis: Wiley Publishing, 2004.

SPRANKEL, S. **Technical basis of digital currencies**. Alemanha: Technische Universität Darmstadt, 2013. Disponível em: <https://www.coderblog.de/wp-content/uploads/technical-basis-of-digital-currencies.pdf>. Acesso em: 22 jun. 2024.

STARK, J. **Making sense of blockchain smart contracts**. *Coin Desk*, 4 jun. 2016. Disponível em: <https://www.coindesk.com/markets/2016/06/04/making-sense-of-blockchain-smart-contracts/>. Acesso em: 23 jun. 2024.

SZABO, N. **Smart contracts: building blocks for digital markets**. 1996. Disponível em: <https://www.truevaluemetrics.org/DBpdfs/BlockChain/Nick-Szabo-Smart-Contracts-Building-Blocks-for-Digital-Markets-1996-14591.pdf>. Acesso em: 23 jun. 2024.

WANNENWETSCH, K.; OSTERMANN, I.; PRIEL, R.; GERSCHNER, F.; THEISSLER, A. **Blockchain for supply chain management: a literature review and open challenges**. *Procedia Computer Science*, v. 225, p. 1312-1321, 2023. ISSN 1877-0509. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050923012772>. Acesso em: 22 jun. 2024.

Apêndice A – Entrevista com Especialista em Tecnologia

A entrevista foi realizada com André Luiz de Souza Fatala.

André iniciou sua carreira profissional em 2000, no Submarino, como desenvolvedor, adquirindo experiência na construção de uma plataforma de e-commerce de grande escala. Atuou como gerente de produtos na Predicta, desenvolvendo ferramentas de alto poder de processamento para análise de dados digitais. Em 2010, ingressou no Magazine Luiza no time de tecnologia do e-commerce e, em 2011, foi responsável pelo desenvolvimento do Magazine Você e pela área de Pesquisa e Desenvolvimento, que se tornou o Luizalabs. Em 2015, assumiu a Diretoria do Luizalabs, liderando o desenvolvimento de canais de venda e projetos de Transformação Digital como Mobile Vendas e a plataforma de Marketplace. Atualmente, é Diretor Executivo de Tecnologia, com a missão de criar times de alta performance para as estratégias da companhia.

Na entrevista com André, foram apresentadas as perguntas de 1 a 3.

1. Quais são os principais benefícios que você enxerga na aplicação da *blockchain* e dos *smart contracts* para otimizar os processos logísticos na cadeia de suprimentos do varejo?

Resposta 1: O Magalu reconhece o enorme potencial da *blockchain* e dos *smart contracts* para otimizar a logística no varejo, especialmente em termos de transparência e segurança. Acreditamos que essas tecnologias podem trazer diversos benefícios, como:

Maior visibilidade da cadeia de suprimentos: a *blockchain* permite o registro de todas as etapas da jornada de um produto, desde a produção até a entrega final, em um sistema imutável e transparente. Isso garante que todos os envolvidos na cadeia de suprimentos tenham acesso às mesmas informações, o que aumenta a confiança e facilita a identificação de gargalos e ineficiências.

Rastreabilidade aprimorada: com a *blockchain*, é possível rastrear o movimento de cada produto individualmente, desde a origem até o destino final. Isso permite um melhor controle do estoque, reduz o risco de perdas e fraudes, e facilita a resolução de problemas de entrega.

Automação de processos: os *smart contracts* podem ser utilizados para automatizar tarefas repetitivas na cadeia de suprimentos, como pagamentos, liberação de mercadorias e atualização de status de pedidos. Isso libera os colaboradores para se concentrarem em atividades mais estratégicas, reduz custos e aumenta a eficiência operacional.

Maior segurança das transações: a *blockchain* oferece um ambiente seguro e inviolável para transações, pois os dados registrados são imutáveis e criptografados. Isso reduz o risco de fraudes, erros e falsificações, e garante a confiabilidade das informações.

2. Poderia compartilhar um exemplo prático de como o Magalu vem utilizando *blockchain* e *smart contracts*?

Resposta 2: Ainda estamos em fase de pesquisa e desenvolvimento.

3. Quais desafios principais você identifica na integração dessas tecnologias e como o Magalu está superando esses obstáculos?

Resposta 3: A integração das novas tecnologias com os sistemas legados da empresa é um desafio significativo, pois pode ser um processo complexo e demorado. Além disso, a falta de padronização no uso da *blockchain* na cadeia logística complica a interoperabilidade entre diferentes sistemas.

Outra dificuldade é a carência de profissionais qualificados em *blockchain* e *smart contracts*, o que pode dificultar a implementação e a gestão dessas soluções inovadoras.

Para superar esses desafios, o Magalu está adotando diversas estratégias. A empresa investe em pesquisa e desenvolvimento para criar soluções inovadoras em *blockchain* e *smart contracts* aplicadas à logística. Em parceria com a Hedera Hashgraph, o Magalu trabalha no desenvolvimento de padrões e soluções específicas para o setor. Além disso, a capacitação dos colaboradores é uma prioridade, com treinamentos nessas tecnologias. Por fim, a empresa está adotando uma abordagem incremental na implementação da *blockchain*, iniciando com projetos-piloto em áreas específicas para garantir uma transição mais suave e eficaz.

Apêndice B – Entrevista com Especialista em Logística

A entrevista foi realizada com Márcio Chammas.

Márcio Chammas é diretor-executivo de logística do Grupo Magazine Luiza, atuando na área desde 2000, com a fundação do Grupo Netshoes, hoje parte integrante do Magalu. Desde então, ele desenvolveu todo o sistema de gerenciamento de transporte e logística da companhia. Ao longo dos anos, liderou projetos complexos, como a operação própria do centro de distribuição (CD) de Barueri – SP, a implementação dos sistemas WMS e TMS na operação logística, e a criação dos CDs de Itapevi – SP, Jaboatão dos Guararapes – PE, e Extrema – MG.

Atualmente, como diretor-executivo de logística e *supply chain*, coordena uma equipe composta por 7 subordinados diretos, 18 líderes de operação e mais de 900 colaboradores. Sua equipe é responsável por diversas áreas, incluindo entrada, armazenamento, coleta, inventário, faturamento, empacotamento, controle de qualidade, customização de produtos, planejamento, abastecimento e gestão de entrega dos pedidos.

Na entrevista com Marcio foram apresentadas as perguntas de 1 a 3.

1. Quais são os principais desafios operacionais que sua empresa enfrenta atualmente na gestão da logística e da cadeia de suprimentos, que afetam diretamente o cliente?

Resposta 1: Condiciono 3 principais desafios: Adequar a produção com a indústria, nossa capacidade de armazenamento e o caixa da companhia. Por que isso? A cadeia de produção de bens duráveis não tem uma linearidade na produção, trabalha em ciclos, o que nos força a ter um estoque mais alto ou às vezes até gerar uma ruptura. Com o OTIF (*On Time In Full*) que mede se os itens foram entregues no tempo certo e na quantidade correta, acaba sendo ruim por essa dificuldade na cadeia. Levando em conta que o mercado brasileiro é um mercado altamente promocional, esse problema é ainda maior. Com isso, temos que estar muito alinhados com todas as áreas da empresa, com um formato de gestão de S&OP comercial, vendas, operações e fornecedores.

2. Como esses desafios impactam a eficiência e a eficácia das operações diárias e quais estratégias vocês têm adotado para mitigar esses problemas?

Resposta 2: Um pouco do que relatei na resposta acima, mas a principal estratégia em nosso caso é tentar se planejar e trabalhar de forma mais preventiva, numa cultura *data driven*, voltada

a dados, históricos e previsões, desenvolvendo novos fornecedores e fortalecendo os existentes, estando sempre muito perto deles. Além disso, utilizamos a roteirização dos pedidos no carro de *last mile*, sequenciamento das entregas para ajudar na produtividade do entregador, implantação de geolocalização com inclusão de cerca eletrônica, restringindo e controlando a baixa de entrega indevida. Essas são algumas das soluções que usamos para um melhor controle na cadeia de entrega de pacotes, evitando desvios e fraudes nas operações e consequentemente entregando uma boa experiência de compra e um bom nível de serviço para nossos clientes.

3. Considerando os desafios logísticos atuais, como você enxerga o potencial da tecnologia *blockchain*?

A tecnologia *blockchain* tem grande potencial para resolver diversos desafios logísticos atuais, pois permite o rastreamento preciso e em tempo real de mercadorias ao longo de toda a cadeia de suprimentos, além de reduzir consideravelmente o número de fraudes, pois qualquer tentativa de alterar os registros seria facilmente detectável, proporcionando uma camada adicional de segurança e integridade aos dados.

Melhor ainda será levando-se em consideração a experiência do cliente, já que todas as partes interessadas, desde fornecedores até consumidores finais, podem ter visibilidade completa sobre a origem e o trajeto dos produtos, promovendo uma maior confiança e responsabilidade entre os participantes.

Mas enquanto estudamos o desenvolvimento da aplicação dessa tecnologia em nossos processos internos, já estamos aplicando os métodos relatados na resposta anterior para superar os desafios que a cadeia logística proporciona.

Referência dos Entrevistados

Disponível em: <https://www.unifacef.com.br/2018/03/20/andre-fatata-fala-a-estudantes-do-unifacef/>. Acesso em: 29 jun. 2024.

Disponível em: <https://www.ecommercebrasil.com.br/noticias/saiba-quem-foram-os-profissionais-mais-admirados-do-premio-e-commerce-brasil/>. Acesso em: 29 jun. 2024.