

## TECNOLOGIA BLOCKCHAIN NO RASTREAMENTO DE CARGAS NA CADEIA DE SUPRIMENTOS

Bruna Mariani Viotti, Faculdade de Tecnologia de Americana, bruna.viotti@fatec.sp.gov.br

Vagner Ferreira, Faculdade de Tecnologia de Americana, vagner.espam@gmail.com

**RESUMO.** *Em uma economia globalizada, as tecnologias emergentes otimizam processos, facilitam a conexão entre parceiros da cadeia de suprimentos e são vitais para a competitividade empresarial. Nesse contexto, o objetivo deste artigo é discorrer sobre as características da tecnologia blockchain e as oportunidades de sua aplicação no processo logístico de rastreamento de cargas, na cadeia de suprimentos. A metodologia adotada foi de abordagem qualitativa, com fins exploratórios, suportada pelos procedimentos técnicos de pesquisa bibliográfica e documental. Os principais referenciais teóricos utilizados foram Bowersox et al. e Ballou, os quais preconizam a necessidade de integração dos processos, confiabilidade, transparência e imutabilidade dos dados, aspectos viabilizadores de uma ótima gestão logística. A tecnologia blockchain é uma solução computacional que possibilita um novo modelo de negócios, pautada em uma rede descentralizada, a qual disponibiliza uma trilha cronológica para uma auditoria completa e com dados imutáveis, dispostos aos seus participantes. Com os dados que foram coletados, os resultados permitiram concluir que a adoção blockchain, no rastreamento de cargas, pode aumentar a eficácia da atividade, uma vez que garante rastreabilidade e fluidez no fluxo da informação. Contudo, ainda é uma tecnologia em desenvolvimento, mais utilizada por empresas que operam em cadeias de suprimentos de escala global. Portanto, conclui-se, também, que há lacunas a serem exploradas e oportunidades a serem aproveitadas, por parte de empresas e cadeias de menor porte. Isto posto, este trabalho abre espaço para aprofundar o tema, incentivando novos estudos sobre como a blockchain pode vir a ser mais empregada no rastreamento de cargas.*

**Palavras-chave.** *Tecnologias logísticas, Rastreabilidade, Imutabilidade de dados, Confiabilidade.*

**ABSTRACT.** *In a globalized economy, emerging technologies optimizes processes, facilitate the connection between supply chain partners and are vital to business competitiveness. In this context, the objective of this articles is to discuss the characteristics of blockchain technology and the opportunities of it's application in the logistic process of cargo tracking in the supply chain. The methodology adopted was a qualitative approach, with exploratory purposes, supported by technical procedures of bibliographic and documentary research. The main theoretical references used were Bowersox et al. and Ballou, who advocate the need for process integration, reliability, transparency and immutability of data, aspects that make an excellent logistical management viable. Blockchain technology is a computational solution that enables a new business model, based in a decentralized network, which provides a technological track for a complete audition, with immutable data, available to its participants. With the collected data, the results allowed the conclusion that the blockchain adoption, in cargo tracking, can increase the efficiency of the activity, given that it guarantees traceability and fluidity in the information flow. However, it's still a technology under development, mostly used by companies which operates in a global-scale supply chain. Therefore, it is concluded that there are still gaps to be explored and opportunities to be seizes by smaller companies and chains. That said, this paper opens up space so the theme can be further discussed more deeply, encouraging further studies on how the blockchain can be more used in cargo tracking.*

**Keywords.** *Logistic Technologies, Traceability, Data Immutability, Reliability.*

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente, em um mundo com a economia globalizada, a logística se torna vital para competitividade empresarial. Se antigamente, a logística era vinculada e reconhecida pela gestão de fluxo dos materiais e sua distribuição, nos dias de hoje, as empresas estão focadas em operações logísticas integradas que possibilitem um processo eficiente, que agregue valor ao consumidor.

A logística é um processo da gestão da cadeia de suprimentos que, em linhas gerais, administra o fluxo de mercadorias desde os fornecedores de materiais e insumos até os consumidores finais dos produtos acabados. Na cadeia de suprimentos, há uma inter-relação estratégica de empresas parceiras, para que o cliente seja atendido.

Nesse contexto, a cadeia de suprimentos emprega, de forma muito significativa, os modernos instrumentos de tecnologia da informação e das comunicações (TIC's), justamente, para viabilizar a integração entre as organizações parceiras.

No âmbito da cadeia, para que o fluxo de materiais possa ser gerenciado, o rastreamento de mercadorias possibilita às empresas a redução de custos e prejuízos operacionais, favorecendo tomadas de decisão mais assertivas. No âmbito unicamente operacional, proporciona um controle maior sobre a qualidade e, no que diz respeito aos consumidores, provê confiança, empoderamento, predileção e credibilidade para a empresa em questão. Ou seja, os clientes percebem o valor da organização, devido à visibilidade do fluxo do produto.

Em épocas de tecnologias emergentes, em que o conceito da quarta revolução industrial – Indústria 4.0 – têm-se mantido em alta, isso impulsiona avanços em processos produtivos e contribui para uma relação com maior conectividade entre as empresas. Portanto, estar atento a tecnologias que simplifiquem as conexões necessárias entre os diferentes *players*, é uma realidade que melhora o comprometimento da organização com seus consumidores e parceiros.

Em alinhamento a essas ideias, a tecnologia *blockchain* está permitindo um novo modelo de negócios. Trata-se de uma rede descentralizada de informações, compartilhadas, entre diversos participantes e que, no campo da logística, atua com dados imutáveis, confiáveis e em tempo real. Enxerga-se, assim, uma oportunidade de investigar as possibilidades de aplicação dessa tecnologia, como uma solução moderna para o rastreamento de cargas, na cadeia de suprimentos.

Nesse contexto, o problema de pesquisa deste trabalho está vinculado à pergunta: quais são as características principais da tecnologia *blockchain* e como esta solução computacional pode fortalecer a atividade de rastreamento de cargas?

Então, o objetivo desta pesquisa é descrever as características da tecnologia *blockchain*, com vistas a compreender a sua aplicação no processo de rastreamento de cargas, em cadeias de suprimentos.

Para isso, a metodologia de pesquisa adotada é de abordagem qualitativa, exploratória (quanto aos seus objetivos), cujos procedimentos técnicos são a pesquisa bibliográfica e a pesquisa documental.

O artigo está organizado da seguinte forma: o item dois apresenta a fundamentação teórica, o item três destina-se a explorar os materiais e métodos da temática; o item quatro discorrerá sobre os resultados e discussões e, por fim, o item cinco confere-se à conclusão.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O embasamento teórico de uma pesquisa científica sustenta as argumentações apresentadas, por meio de autores, obras e outros trabalhos, já publicados sobre o tema. Dessa forma, serão aprofundados, a seguir, conhecimentos atinentes à relação entre tecnologias e cadeia de suprimentos.

### 2.1 GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS

Nos estudos acadêmicos e, no contexto da aplicação prática da logística empresarial, há mais de duas décadas, aproximadamente, é relevante pontuar que o macroprocesso logístico integra um conceito mais abrangente, que é o da gestão da cadeia de suprimentos (*supply chain management – SCM*). Hara (2012), corroborando com essa ideia, explica que o controle logístico é exercido em toda uma cadeia, em que diferentes organizações, parceiros terceirizados e operadores logísticos estabelecem, entre si, alianças estratégicas, com o objetivo de obterem ganhos mútuos.

Chopra e Meindl (2003) afirmam que a cadeia de suprimentos incorpora diversas empresas: fornecedores, fábricas, transportadores, instalações de armazenagem, pontos de varejo, com vistas a satisfazer as necessidades dos clientes finais.

A cadeia de suprimentos é tida como uma rede que contempla organizações, recursos e tecnologias desde a concepção de um produto até o seu destino. Segundo Ballou (2007), a cadeia é concebida por um conjunto de atividades logísticas, em que as matérias-primas passam por uma transformação, convertendo-as em produtos acabados, e que isso agrega valor ao consumidor.

Simchilevi et al.(2010) interpretam a gestão da cadeia de suprimentos como um conjunto de abordagens que integram fornecedores, fabricantes, depósitos e pontos comerciais, de forma que os níveis de serviços sejam satisfatórios.

Um dos objetivos do gerenciamento da cadeia de suprimentos é a minimização do custo total do processo, em que três aspectos, para Bowersox et.al (2014) aumentam a atenção à gestão integrada: cooperação, comportamento colaborativo entre as empresas e prestadores de serviço integrados.

Completando a lógica de Bowersox et. al, Aragão et. al (2004) identificam a integração dos processos de negócio como fundamental para o sucesso de uma cadeia de suprimentos.

Davenport (1994) afirma que, dentro de uma organização, a geração de um serviço ou produto é realizada pela sequência encadeada de processos interligados.

Azevedo (2002) resume em seis grupos os benefícios apresentados por Ballou (2006) e Novaes (2001) provenientes da implementação da gestão da cadeia de suprimentos: redução de custos, fornecimento global, agregação de valor ao consumidor, customização, níveis de serviços diferenciados e informações compartilhadas.

De acordo com Lambert (1998) a administração das informações relacionadas a uma cadeia de suprimentos é desafiadora. Em alinhamento a essa necessidade, Fleury (1999) contribui, ao afirmar que coordenação e colaboração são aspectos característicos e fundamentais do SCM, impondo-se uma relação sistêmica entre os parceiros da cadeia, dada a sua própria complexidade de gestão.

Observando o modelo de excelência em logística de Bowersox et al. (1992), que mede o nível de desenvolvimento da estrutura dos processos logísticos de uma organização, baseado em fatores básicos para o alcance de melhores práticas, incluem a adoção de tecnologia como uma das etapas para a obtenção da excelência.

De forma semelhante, Nazário (2009), esclarece que o gerenciamento eletrônico de informações, no âmbito da tecnologia aplicada aos processos logísticos, contribui com a possibilidade de os clientes obterem informações precisas, inclusive, sobre o *status* dos pedidos e a programação das entregas.

Sendo assim, entende-se que, dentre vários aspectos para o alcance de melhores práticas na logística, o rastreamento de mercadorias, suportado pela tecnologia, viabiliza uma melhor experiência a todos os elos da cadeia de suprimentos, visto que o fluxo de materiais e de informações ocorrem em direções variadas.

Isto posto, no prosseguimento das discussões, serão abordados aspectos sobre tecnologia da informação aplicada à logística, esta que é um processo-chave do SCM ou, ainda, conforme Bowersox et al. (2014), é a função da cadeia de suprimentos, responsável para transportar e disponibilizar os estoques.

## 2.2 TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO EM LOGÍSTICA

Para que se tenha eficiência na gestão da cadeia de suprimentos, todos envolvidos na rede, tais como: fornecedores, fabricantes, distribuidores, varejistas e consumidores necessitam ter acesso a informações claras, objetivas e privilegiadas para que a cadeia seja mais responsiva ao possibilitar uma resposta com maior agilidade, eficiência e uma visão mais cíclica dos processos. A tecnologia da informação (TI) percorre a cadeia de valor, assim como, o sistema de valor, implicando nos processos (PORTER e MILLAR, 1985).

Segundo Bowersox et al. (1999), os autores citam como sendo, uma das principais características do uso da TI, o aumento de produtividade em uma operação, possibilitando uma distribuição de dados com maior eficiência e como consequência da simultaneidade, a redução de custos.

Também, de acordo, com Simatupang et al. (2002) a desarmonia de informações é intrínseca da cadeia de suprimentos. Nesse contexto, a TI desempenha o importante papel de avigorar o compartilhamento de informações.

Klaus et al. (2019) destacam que um dos maiores desafios das tecnologias emergentes é manter uma visão amplificada e atenta sobre como elas implicarão em nossa sociedade, onde questões como acessibilidade, inclusão, segurança da informação, autonomia e privacidade devem ser tão exploradas quanto a própria tecnologia.

Dadas as circunstâncias descritas e a condição das empresas necessitarem manter seus processos produtivos atualizados em conformidade com a demanda de mercado, para que permaneçam em competitividade, a tecnologia é de um aspecto geral, a maior aliada.

Dando seguimento ao tema abordado, visto que várias configurações estratégicas podem se entrelaçar, em função de um objetivo comum, a logística de distribuição, segundo Ballou (1993) também se destaca entre as atividades de uma organização, no que diz respeito a custos.

## 2.3 LOGÍSTICA DE DISTRIBUIÇÃO

Na cadeia de abastecimento, a logística *outbound* é responsável pela continuidade do fluxo dos produtos acabados, do fabricante até o consumidor final. A logística de distribuição planeja e implementa os recursos disponíveis e necessários para a distribuição física, a fim de garantir a fluidez de informações e dos bens.

De acordo com Ballou (1993), o transporte constitui um dos custos mais relevantes em um processo logístico. O autor, também, afirma que o transporte vinculado a outros custos operacionais, compõem o custo do produto, garantindo competitividade e alcance da maximização dos recursos envolvidos no processo.

Complementando esse conceito, para Porter (1998) a logística de distribuição (*outbound*), assim como a logística de suprimentos (*inbound*) são partes importantes para criação de valor, no entendimento do consumidor.

Na visão de Bowersox et al. (1999), são tidos como componentes do serviço básico logístico: a disponibilidade, desempenho operacional e a confiabilidade. Estes elementos complementam a ideia de que o serviço ao cliente pode ser uma medida que viabiliza acompanhar o desempenho do sistema logístico e quão bem as dimensões de tempo, lugar e utilidade estão sendo aproveitadas (ELLRAM, 2006).

No prosseguimento dessa abordagem, Silva (1999) enfatiza que os canais de distribuição são responsáveis por viabilizar o produto, do seu ponto de origem até o consumidor final, com eficiência e eficácia. Nesse ponto, o rastreamento de cargas se faz de suma importância no que tange ao controle e otimização da operação de logística de distribuição.

## 2.4 RASTREAMENTO DE CARGAS

O gerenciamento da cadeia de suprimentos depende, dentre tantos outros processos, do rastreamento de cargas para identificar, rastrear e delinear a cronologia dos eventos e localização das mercadorias na cadeia produtiva. Isso se dá através de informações da origem ao destino, considerando todos os trâmites do percurso, conforme os padrões internacionais de qualidade (ISO 8402) citado por Moura (1997). Salienta-se que a rastreabilidade é um dos requisitos que devem ser adotados por uma organização, para que se obtenha a certificação International Standardization Organization (ISO).

Para Moe (1998), softwares de identificação e rastreabilidade são embasados em sistemas de gestão, cujo objetivo é monitorar singularidades dos produtos e/ou processos, possibilitando o progresso às fases da cadeia, por intermédio de registros.

A rastreabilidade, como vantagem competitiva, segundo Spers et al. (2004) significa que o propósito do rastreamento está no monitoramento da qualidade do processo e/ou produto. Isso, visando o público que, impulsionado por novas tendências de comportamento, opta por diferenças qualitativas e não mais quantitativas, as quais geram valor agregado.

O processo de rastreabilidade caracteriza ganho de competitividade, pois reduz custos com transações ao longo da cadeia de suprimentos (CUNHA, 2005).

Também, de acordo com Oliveira (2006), além da competitividade, a adoção desse processo gera uma visão de responsabilidade social e ambiental, abordada por leis nacionais e internacionais certificadas. Atualmente, os mecanismos utilizados por sistemas para rastreamento são sujeitos a falhas, por se



mostrarem deficientes, uma vez que possibilitam adulteração de dados. Isso pode acarretar tomadas de decisões errôneas, baseada em dados suscetíveis a inconsistências.

Uma melhor sinergia e integração de processos, dentro de uma cadeia de suprimentos, apenas é possível se o gerenciamento de informações ocorrer de maneira eficiente, transparente e confiável. Ou seja, com a imutabilidade dos dados, a rede de informação torna-se mais segura. Nesse sentido, a seguir, serão abordadas características da tecnologia *blockchain* no rastreamento de cargas, na cadeia de suprimentos.

## 2.5 A TECNOLOGIA BLOCKCHAIN

Em meados de 2008, por meio do *whitepaper* (relatório técnico detalhado) denominado “*Bitcoin, a peer to peer Electronic Cash System*” (Bitcoin, um sistema de caixa eletrônico ponto a ponto), sob pseudônimo de Satoshi Nakamoto, foram difundidos os conceitos de: criptografia, rede distribuída (*network*) e transações sem intermédio de terceiros entre usuários. Todos estes, capazes de refletir confiança, sem que houvesse a necessidade de uma organização intermediadora.

A tecnologia *blockchain* é uma cadeia de blocos, onde transações *online* ocorrem, de maneira segura, através de *hash*, uma função matemática que codifica os dados em letras e números. Isso faz com que o *blockchain* tenha uma impressão digital, por blocos, e que seja possível verificar informações manipuladas, pois a codificação do *hash* se altera e resulta em uma incompatibilidade no *hash* de todos os blocos sucessivos. Todas essas informações são escritas em *ledger* (livro-razão), mantido por uma rede de várias máquinas de computação que não dependem de um terceiro confiável. Os arquivos de dados, depois de processados, são armazenados e ficam disponíveis para cada participante acessá-los, desde que possua acesso (NAKAMOTO, 2008).

Nesse contexto, a tecnologia *blockchain*, possui uma funcionalidade muito além para o mercado do que transações financeiras de criptomoedas. Especificamente, na cadeia de suprimentos, a tecnologia *blockchain* pode ser aplicada no rastreamento de mercadorias, sendo possível acompanhar e assegurar que se tenha o registro do *status* de cada etapa. Assim, todos os elos da cadeia conseguem rastrear o lançamento de informações e históricos, possibilitando então, um processo mais fluido e transparente (INTELIPOST, 2017).

Klaus et al. (2019) destacam que um dos aspectos revolucionários na tecnologia *blockchain* é a garantia de transparência e imutabilidade das informações dispostas, critérios esses que são extremamente importantes para assegurar que os dados - que são tão significativos - não se tornem potenciais riscos.

Entende-se, portanto, que a tecnologia *blockchain* é aderente aos objetivos de uma ótima gestão da cadeia de suprimentos.

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

A seguir, serão compartilhados dados coletados em fontes públicas abertas, na internet, explanando aplicações da tecnologia *blockchain* em processos logísticos, desenvolvidos por indústrias de ponta. O método, aqui empregado, consiste na análise documental, viabilizando uma abordagem qualitativa, a partir da interpretação dos dados obtidos.

A *Amazon Managed Blockchain* - uma extensão do *Amazon Web Services* - possui a patente do *Track and Trace*, uma solução que permite que outras empresas configurem e gerenciem uma rede *blockchain*.

Usando o *Amazon Managed Blockchain*, a empresa de alimentos e bebidas suíça Nestlé adotou a *Chain of Origin*, a fim de provar a autenticidade e a procedência de uma nova marca de café. Através da digitalização de um *QR Code*, impresso na embalagem, o consumidor pode ver em qual fazenda os grãos foram plantados e como ocorreu o processo de torra. Isso possibilita uma maior visibilidade e transparência ao cliente, em relação ao processo produtivo do item que está consumindo.

O projeto denominado *PartChain* é uma parceria da montadora alemã BMW com a *Amazon*, o qual permite a utilização da tecnologia *blockchain* no departamento de compras, focando exclusivamente no rastreamento de peças. Essa aplicação viabiliza a coleta e transação de dados de um determinado componente, sem qualquer risco de manipulação, garantindo a integridade das informações repassadas entre os parceiros da cadeia. Assim, assegura-se a conformidade e a veracidade desses componentes rastreados.

Outro exemplo pertinente é o da IBM, que possui a *IBM Blockchain Platform*, uma solução que proporciona às empresas a criação, operação e gerenciamento de uma rede *blockchain*. A operadora logística Maersk, da Dinamarca, em parceria com a IBM e, através dessa solução tecnológica, desenvolveu o projeto denominado *TradeLens*, com o intuito de disponibilizar uma maior visibilidade ponta a ponta aos seus parceiros. Ela permite atualizações de *status*, de forma simultânea, e disponibilização de dados tempestivos sobre cada remessa. Isso eleva o nível da comunicação, trazendo uma maior eficiência operacional, com base nos *insights* gerados, a partir dessa sincronização de dados.

A IBM e a *American Tire Distributors* da Carolina do Norte - uma indústria de atacadistas de peças e suprimentos de veículos motorizados - estão usando *blockchain* por meio da rede *Torqata*, que trata-se de uma solução que disponibiliza análise de dados aos seus participantes da indústria de pneus. Essa rede utiliza a tecnologia da *IBM Blockchain Transparent Supply*, para gerar análises avançadas e construir um sistema de reposição automatizado. Este é acionado por dados de vendas dos varejistas de pneus, resultando em uma cadeia de suprimentos orientada pela demanda e mitigando o efeito chicote, ocasionador de ineficiência e desperdícios.

Através da aplicação tecnológica *Food Tracking*, também da IBM, a empresa BRF, uma multinacional brasileira do setor alimentício, utilizou em um projeto piloto na cidade de São Paulo, a tecnologia *blockchain* na rastreabilidade de produtos. Seguindo a mesma premissa do projeto da Nestlé, através da leitura de um *QR Code* na embalagem do produto, o consumidor dispõe de informações sobre produção e distribuição do produto a ser consumido.

A Gerdau, uma empresa brasileira produtora de aço, em parceria com a austríaca RHI Magnesita - líder de mercado em produtos, sistemas e serviços refratários - por meio do projeto *Refrac Chain*, que, por sua vez, é baseada em uma plataforma de *blockchain* da empresa Criptonomia, implantaram a solução em uma unidade da Gerdau, em Minas Gerais. O objetivo é gerar uma melhora na

performance, automatizando transações de dados e, também, possibilitando uma auditoria mais eficiente. Isso porque, com etapas de validação, por diferentes representantes e um espaço seguro e comum de confiança, essa manipulação de informação pode ser monitorada e evitar problemas ocasionais, que poderiam interferir na produção.

Com base no material ora descrito, entende-se que as soluções *blockchain* têm sido empregadas em importantes processos logísticos, por parte de empresas que operam em cadeias de suprimentos globais.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir de uma evidência concreta, característica do mundo globalizado em que vivemos, exemplificada pela recente pandemia de Covid-19, viu-se o grande impacto em diversos setores da economia. Notadamente, as principais cadeias de suprimentos tiveram interrupções e/ou rupturas, evidenciando que a transparência, a rastreabilidade e a confiança nos dados podem impulsionar uma maior resiliência no setor. Esses aspectos foram alvo de muito interesse, por parte de estudiosos e analistas de logística.

Com base no que foi anteriormente citado, entende-se que a visibilidade dos fornecedores de níveis 1, 2 e 3 se torna tão importante para todo o ecossistema quanto àquela relativa aos fornecedores de níveis maiores. Ou seja, a possibilidade de auditorias, baseadas em dados imutáveis e *insights* obtidos, a partir de informações em tempo real - que a tecnologia *blockchain* pode proporcionar - concederia às empresas mais autonomia e o benefício de estratégias mais eficientes, durante o gerenciamento de riscos em um futuro pós-pandemia (ou, até mesmo, em novos eventos similares). Portanto, há uma necessidade emergente de inovação, na gestão da cadeia de suprimentos, e as tecnologias disruptivas viabilizam essas ações.

Muitas empresas expressam uma preocupação em otimizar os custos de operação, sem perda de eficácia durante o processo. Por ser uma tecnologia que não necessita de mediadores, os custos com verificações, transações e, até mesmo, tempo podem ser reduzidos ou mitigados com a digitalização desses procedimentos e uso das funcionalidades da plataforma *blockchain* direcionados para o rastreamento de cargas na cadeia de suprimentos.

Embasado nos dados coletados, fica evidente que as empresas que utilizaram a tecnologia *blockchain* o fizeram no intuito de consolidar suas marcas, garantindo autenticidade de seus produtos, sobretudo visando à transparência de seus processos. Isso, a fim de cativar consumidores e fornecedores mais responsáveis que priorizam a visibilidade e anseiam que essas interações se tornem cada vez mais eficientes, baseadas em uma confiança mútua.

Sabe-se, há muito tempo, que as auditorias nas cadeias de suprimentos as mantêm gerenciáveis, tendo em vista que a envolve processos complexos: pedidos, remessas e pagamentos, os quais devem estar sincronizados. A consistência desse fluxo é viabilizada pelo trabalho de auditoria, o qual garante a conformidade dos contratos. Contudo, essa etapa tão primordial está sujeita a falhas, considerando que esses dados podem ser manipuláveis. Nesse aspecto, a tecnologia *blockchain* possibilita que, com identificadores exclusivos e/ou assinaturas digitais, os participantes deixem registradas suas transações e a plataforma por sua vez, compreende essa sequência cronológica, disponibilizando a todos os envolvidos uma trilha de auditoria completa e imutável. Estas, portanto, são as suas principais características.



Há uma gama de benefícios que a *blockchain* pode trazer para as cadeias de suprimentos, principalmente, no que tange à rastreabilidade de ponta a ponta, tornando-se uma alternativa viável para lidar com deficiências que hoje são evidentes. Em suma, o uso da tecnologia melhora: o controle, a segurança, a confiabilidade das informações e o rastreamento das cargas. Porém, percebe-se que somente grandes organizações da indústria estão se dispondo a estudar essas possibilidades e cadeias de suprimentos de menor porte ainda se mostram muito receosas em expor seus processos a essa nova tecnologia. Em muitos casos, por insegurança, já que não existe uma regulamentação comum e os custos de novas aplicações sempre são dispendiosos.

## 5. CONCLUSÃO

É impressionante, como nas últimas décadas, a tecnologia da informação tem se desenvolvido de forma exponencial e, cada vez mais, oferecendo soluções computacionais para problemas complexos que vão surgindo. A internet, inclusive, vem alterando significativamente o desempenho de processos logísticos, na cadeia de suprimentos.

Cada vez mais, nessa rede que conecta a produção com o mercado, emerge uma preocupação real, por parte de organizações, parceiros e consumidores, os quais demandam por autenticidade e confiabilidade dos produtos e/ou serviços que fornecem e consomem. Consequentemente, isso exige das empresas soluções que viabilizem o atendimento desses requisitos. Cresce, então, expectativa da criação de um espaço *online* seguro, onde a transferência de dados – considerados elementos que geram valor agregado – possam ocorrer instantaneamente, sem intermediários. Da mesma forma, a tecnologia propõe soluções em que haja a criação e a propagação da confiança em ambientes sociais, governamentais e organizacionais.

A confiança na cadeia de suprimentos é a base para o relacionamento comercial, entre diferentes *players*, estimulando-os à busca por flexibilidade de processos, agilidade nas tomadas de decisões, maior eficiência no gerenciamento de riscos e exposição de vulnerabilidades aos parceiros. A construção dessa confiança, nos moldes atuais de interação entre as companhias, demanda tempo e paciência, além de exigir transparência, colaboração, responsabilidade e empatia de todos os envolvidos.

Este trabalho descreveu as principais características da tecnologia *blockchain*, e explorou a possibilidade de que o seu emprego é capaz de simplificar essas etapas tão complexas, através do sistema de criptografia e da rede P2P, *peer-to-peer*, ou ponto a ponto. Esta solução descentraliza o fluxo de dados, visto que cada ponto atua como servidor e cliente, podendo compartilhar informações entre todos os participantes que tenham permissão. Após um consenso entre as partes - que funciona como um mecanismo de validação – ocorre a sua distribuição, sem que a mesma informação seja duplicada ou falsificada.

O gerenciamento do fluxo de informações se mostra tão importante quanto o próprio gerenciamento da cadeia, pois trata-se de um componente estratégico, em escalabilidade e eficiência. No processo de rastreamento de cargas, etapa apontada como vantagem competitiva, a tecnologia viabiliza a rastreabilidade e a fluidez da informação, entre os elos da cadeia. Isso estimula a confiança, a transparência e a integração, a fim de atender aos níveis de serviços estipulados.

Sendo assim, este trabalho descreveu as características principais da tecnologia *blockchain* e apresentou como ela pode fortalecer a atividade de rastreamento de cargas. Nota-se que a solução tecnológica, ora estudada, está presente em cadeias mais robustas. Isso, também, permite a possibilidade de novas reflexões sobre como a *blockchain* pode ser mais bem explorada, por parte de parceiros que integram cadeias de menor porte. Espera-se, portanto, que este artigo estimule a produção de novos conhecimentos sobre o tema.

## REFERÊNCIAS

- ARAGÃO, A. B. **Modelo para SCM baseado em integração de processos, compartilhamento de informação e medidas de desempenho**. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004
- AZEVEDO, Jovane Medina. **Cadeia de abastecimento no Comércio Eletrônico sob a ótica de redes flexíveis: um método de estruturação**. 2002. 289 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.
- BALLOU, R.H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos 5º. Ed.** Porto Alegre: Bookaman, 2006.
- \_\_\_\_\_. **Logística Empresarial: transportes, administração de materiais e distribuição física**. São Paulo: Atlas S.A., 1993.
- \_\_\_\_\_. **Logística Empresarial: transportes, administração de materiais e distribuição física**. São Paulo: Atlas, 1993.
- \_\_\_\_\_. **Transportes, administração de materiais e distribuição física: Logística Empresarial. 1º. Ed.** São Paulo: Atlas, 2007.
- Bowersox, D. J., Bowersox, J. C., Closs, J., & Cooper, M. B. **Gestão logística da cadeia de suprimentos (4a ed.)**. Porto Alegre: AMGH, 2014.
- \_\_\_\_\_. **Gestão logística da cadeia de suprimentos (4a ed.)**. Porto Alegre: AMGH, 2014.
- \_\_\_\_\_. et al. **Logistical excellence: it's not business as usual**. Burlington, MA: Digital Equipment Press, 1992.
- \_\_\_\_\_. **Logística Empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimento**. São Paulo: Atlas, 1999.
- CHOPRA, S.; MEINDL. P. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos: estratégia, planejamento e operação**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2003.
- CUNHA, G. J.; SAES, M. S. M. (2005). **Rastreabilidade e coordenação dos sistemas agroindustriais**. Revista Brasileira de Agroinformática, v. 7, n. 1, p.29-43.
- DAVENPORT, THOMAS H. **Reengenharia de Processos: Como Inovar na Empresa Através da Tecnologia da Informação**. 5. ed, Rio de Janeiro, Campus, 1994.
- ELLRAM, L. M. **The implementation of target costing in the United States: theory versus practice**. *The Journal of Supply Chain Management*, p. 13-25, Winter 2006.

FELDENS, L. **Impacto da Tecnologia da Informação nas variáveis estratégicas organizacionais na gestão da cadeia de suprimentos**. Porto Alegre. Dissertação (Mestrado em Administração) - PPGA, Escola de Administração, UFRGS, 2005.

FLEURY, P. F. **Supply chain management: conceitos, oportunidades e desafios de implementação**. Tecnológica, n. 39, 1999.

FORBES, **Innovating the automotive value chain at the BMW group using ledger technologies**, 2020. Disponível em: < <https://www.forbes.com/sites/amazonwebservices/2020/12/08/innovating-the-automotive-value-chain-at-the-bmw-group-using-ledger-technologies/?sh=afc8a10305b8>>. Acesso em: 22 outubro 2021

FORBES, **Nestle's chain of origin coffee brings supply chain transparency with amazon managed blockchain**, 2019. Disponível em: < <https://www.forbes.com/sites/amazonwebservices/2019/12/12/nestles-chain-of-origin-coffee-brings-supply-chain-transparency-with-amazon-managed-blockchain/?sh=32a81d85193b>>. Acesso em: 22 outubro 2021

HARA, C. M. **Logística: armazenagem, distribuição e trade marketing**. Campinas: Alínea, 2012.

IBM, **BRF e Carrefour se unem à IBM para reforçar a rastreabilidade de alimentos**, 2017. Disponível em: < <https://www.ibm.com/blogs/ibm-comunica/rastreabilidade-de-alimentos/>>. Acesso em 22 outubro 2021

IBM, **The manufacturing industry on blockchain**, 2016. Disponível em: < <https://www.ibm.com/blockchain/resources/transparent-supply/manufacturing/>>. Acesso em 23 outubro 2021

INTELIPOST, **A tecnologia Blockchain e seu impacto na cadeia logística**, 2017. Disponível em: <<https://www.intelipost.com.br/blog/a-tecnologia-blockchain-e-seu-impacto-na-cadeia-logistica/>>. Acesso em: 05 outubro 2021

LAMBERT, D. M. **Strategic logistics management**. Homewood: R. D. Irwin, 1993.

MAERSK, **How blockchain technology is beefing up supply chain visibility**, 2021. Disponível em: < <https://www.maersk.com/news/articles/2021/07/27/how-blockchain-technology-is-beefing-up>>. Acesso em 23 outubro 2021

MOE, T. **Perspectives on traceability in food manufacture**. *Food Science & Technology*, London, v. 9, p.211-214, 1998.

MOURA, R. A. **Manual de logística: Armazenagem e distribuição física**. v. 2. 1. Ed. São Paul: IMAN, 1997.

NAZÁRIO, P. **A importância de sistema de informação para a competitividade logística**. In: FLEURY, P. F.; WANKE, P.; FIGUEIREDO, K. F. **Logística empresarial: a perspectiva brasileira**. São Paulo: Atlas, 2009. p. 285-295.

NAKAMOTO, S. **Bitcoin: A peer-to-Peer Electronic Cash System**. Disponível em: <<https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>>. Acesso em: 05 de outubro de 2021.

NOVAES, Antônio G. **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição: estratégia, operação e avaliação**. Rio de Janeiro: Campus, 2001.

OLIVEIRA, Denis Renato de; PESSANHA, Gabriel Rodrigo Gomes; SILVA, Antônio Thiago Benedete da. **Percepção dos gestores acerca do impacto das tecnologias da informação na gestão de operações: um estudo em uma empresa do setor de transporte rodoviário de cargas**. XXVI ENEGEP – Fortaleza, CE, Brasil, 9 a 11 de Outubro de 2006.

PORTER, M. E. **Competitive advantage – creating and sustaining superior performance**. U.S.A.: Free

Press, 1998.

PORTER, M.E. & MILLAR, V.E.: “**How information gives you competitive advantage**”. Harvard Business Review, v.63, n.4, p.149-160, Jul./Aug. 1985

RHI MAGNESITA, **RHI Magnesita and Gerdau leading the way in using blockchain in the steel industry**, 2021. Disponível em: < <https://www.rhimagnesita.com/rhi-magnesita-and-gerdau-leading-the-way-in-using-blockchain-in-the-steel-industry/> >. Acesso em: 22 outubro 2021.

SCHWAB, K; DAVIS, N. **Aplicando a Quarta Revolução Industrial**. São Paulo: Edipro, 2019.

\_\_\_\_\_. **Aplicando a Quarta Revolução Industrial**. São Paulo: Edipro, 2019.

SILVA, A. L. **A Adoção de Tecnologia de Informação em Canais de Distribuição**. 1999. Tese (Doutorado em Administração) - Faculdade de Economia, Administração e Ciências Contábeis, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999

SIMATUPANG, Togar M.; WRIGHT, Alan C.; SRIDHARAN, Ramaswami. **The knowledge of coordination for supply chain integration**. *Business Process Management Journal*, v. 8, n. 3, p. 289-308, 2002.

SIMCHI-LEVI, David; KAMINSKY, Phil; SIMCHI-LEVI, Edith. **Cadeia de suprimentos projeto e gestão: Conceitos, estratégias e estudos de caso**. Porto Alegre: Bookaman, 2010.

SPERS, E. E, et al. (2004). **O Papel Público e Privado na Percepção do Consumidor sobre a Segurança dos Alimentos**. *Impulso*, Piracicaba -SP, v. 15(36), p. 45-57.