

# OTIMIZAÇÃO DO FLUXO LOGÍSTICO DE CARGAS FRACIONADAS COM O USO DE *BLOCKCHAIN*

**Eric Martins Guimarães**(FATEC AMERICANA)

ericmarttins@gmail.com

**RENAN MERCURI PINTO**(FATEC AMERICANA)

renan.mercuri@fatec.sp.gov.br

## RESUMO

Dentre as modalidades de transporte de mercadorias de pequenos volumes, a que mais se destaca é o Transporte de Carga Fracionada (TCF), na qual a transportadora aloca mercadorias de diferentes clientes em um mesmo veículo, aproveitando melhor o espaço. O grande desafio das transportadoras tem sido entregar as mercadorias no menor tempo possível, garantindo a satisfação e o acompanhamento do produto em tempo real por todas as partes envolvidas no serviço. Uma tecnologia que pode ser utilizada para esse propósito é a *blockchain*, que foi criada inicialmente para o setor financeiro, especificamente para transações de criptomoedas, mas que depois ganhou atenção em diversas outras áreas. Ela pode ser entendida como uma cadeia formada por blocos que conectados realizam transações que são visualizadas e rastreadas em tempo real pelos participantes do processo. Sendo assim, este artigo apresenta as principais etapas da cadeia logística no TCF e discute a utilização da *blockchain* para a otimização do fluxo logístico no TCF, bem como suas principais vantagens e limitações.

**PALAVRAS-CHAVE:** *blockchain*. transporte de cargas fracionadas. logística.

## ABSTRACT

*Among the modalities of transportation in the small cargo market, the one that stands out most is the Fractional Cargo Transport (FCT), in which the carrier allocates goods from different customers in the same vehicle, making better use of the space. The great challenge of the carriers has been to deliver the goods in the shortest time, ensuring satisfaction and monitoring the product in real time by all parties involved in the service. One technology that can be used for this purpose is the blockchain, which was initially created for the financial market, specifically for cryptocurrency transactions, but which later gained attention in several other areas. It can be understood as a chain formed by blocks that, when connected, carry out transactions that are visualized and tracked in real time by the process participants. Therefore, this article presents the main stages of the logistics chain at FCT and discusses the use of blockchain to optimize the logistical flow at FCT, as well as its main advantages and limitations.*

**Keywords:** *blockchain*. Fractional Cargo Transport. logistics.

## 1. INTRODUÇÃO

Devido ao grande avanço tecnológico, conquistamos a comodidade de realizar compras por meio de dispositivos móveis a qualquer hora e lugar. Frente a isso, o grande desafio das transportadoras tem sido entregar os produtos ao consumidor em um período de tempo cada vez menor, utilizando o transporte rodoviário para o escoamento das mercadorias.

Dentre as modalidades de transporte de mercadorias de pequenos volumes, a que mais se destaca é o Transporte de Carga Fracionada (TCF), na qual a transportadora aloca mercadorias de diferentes clientes em um mesmo veículo, pois sozinhas não seriam suficientes para a ocupação total, fazendo assim, o aproveitamento do espaço. Dessa forma, a transportadora atende diversos clientes seguindo uma rota previamente planejada.

O percurso realizado pelo produto que sai do remetente (empresa vendedora) e chega ao destinatário (cliente final), passa por diversas etapas que vão desde a coleta do material e as emissões de documentos fiscais até a entrega final. Conforme Cunha e Silva (2007) os clientes podem optar por enviar suas mercadorias por meio do TCF, enviando um ou mais produtos de menores dimensões e consolidando com o de outras empresas em apenas um caminhão, com a mesma origem e destino e, conseqüentemente, promovendo um menor custo. Nos dias de hoje, os consumidores exigem a entrega dos produtos de forma rápida e segura, sendo assim, com a possibilidade de reduzir prazo e ter mais agilidade em seus processos o TCF se torna um grande atrativo e o diferencial entre as transportadoras.

Desta forma, a otimização dos processos no TCF se torna um tópico muito importante para estudo, pois garante satisfação a todas as partes envolvidas. Diversos aspectos podem ser otimizados, como o tempo de entrega, o acompanhamento da mercadoria pelo remetente e cliente, além do controle pela transportadora durante todo o percurso. Se faz cada vez mais necessário explorar tecnologias para a logística e, mais especificamente, para o TCF, o qual é essencial para as transportadoras oferecerem serviço de maior qualidade e a tecnologia *blockchain* é uma ferramenta que possibilita atingir ganhos no processo.

Segundo Magazzeni et al. (2017) a tecnologia *blockchain* apresenta um novo conceito de transações *online* financeiras de uma forma menos burocrática e segura sem a centralização de um órgão regulamentador, criando uma cadeia distribuída em chaves e blocos de autenticação entre participantes, de modo que ela seja constante sem possibilidade de modificação. Abdellatif e Brousmiche (2018) argumentam que a *blockchain* teve o seu início com o objetivo de mudar rumos de transações financeiras, mas pode trazer benefícios em outros segmentos, pois permite o rastreamento e a troca de informações de forma segura entre todos os envolvidos no processo.

Sendo assim, o objetivo deste estudo foi discutir a aplicação da tecnologia *blockchain* ao TCF, visando a otimizar o processo e informar todas as partes simultaneamente de forma rápida e eficaz.

Este artigo apresenta inicialmente um embasamento teórico sobre o conceito de TCF e suas principais etapas e, em seguida, a tecnologia *blockchain*. Posteriormente, discute a aplicação dessa tecnologia ao TCF evidenciando as potencialidades e os limites desse modelo.

## 2. EMBASAMENTO TEÓRICO

### 2.1 Transporte de Carga Fracionadas

O TCF praticado pelas transportadoras consiste em aproveitar ao máximo o espaço de armazenamento do caminhão durante o transporte de produtos de pequeno porte de diferentes embarcadores (remetentes). Essa modalidade favorece os embarcadores e a transportadora, pois reduz o valor do frete e otimiza o tempo de entrega, já que o espaço do caminhão é compartilhado. Porém, exige que as rotas sejam previamente planejadas pela transportadora e com muito cuidado.

De acordo com Bowersox et al. (2006) o TCF decorre de entregas em menores prazos e uma grande diversidade de produtos, potencializando o processo logístico no transporte realizado. No TCF, além das transportadoras possuírem uma matriz com centro de distribuição junto a parte administrativa, contam também com agências, filiais e hubs de intermédio (centro de distribuição para consolidação, triagem e separação de carga) para atender remetentes e destinatários em diversas localidades.

As filiais ou agências efetuam as coletas e entregas dos produtos dos clientes. Após coleta, as agências enviam as mercadorias para os hubs da região local. Posteriormente, as mercadorias são enviadas aos centros de distribuição que atendem as regiões de destino, onde as agências dos hubs de destino irão concluir a entrega dos produtos. No Brasil, muitas empresas não contam com hub central e transferem as mercadorias diretamente entre os hubs regionais (FOLLMANN, 2009).

Uma entrega na região de uma agência, o produto é coletado no cliente e retorna ao galpão consolidando as cargas para atender na localidade própria ou vizinha. Já para a realização de uma entrega de longa distância, a transportadora envia um caminhão com um roteiro previamente programado para coleta de diferentes produtos em suas filiais. Posteriormente, realiza o transporte para a matriz que faz o processo de consolidação das cargas destinadas para as filiais de entrega final, ocorrendo a desconsolidação da carga e roteirizando suas rotas planejadas para atender as entregas das regiões determinadas, ainda com a possibilidade do uso de hubs nessa cadeia logística.

Figura 1 – Principais etapas do transporte de cargas fracionadas



Fonte: Desenvolvida pelo autor

O processo de TCF geralmente ocorre como mostra a Figura 1, passando por várias etapas que vão desde o embarcador ao cliente final. A transportadora basicamente realiza todo o processo executando alguns passos fundamentais (ASAPLOG, 2015):

- (i) Coleta dos materiais: o processo de TCF é iniciado com a coleta dos materiais nos seus embarcadores (remetentes) da região atendida pela empresa de transporte. Em geral, a execução é feita por veículos utilitários (de 600kg a 1200kg). Há ainda a possibilidade do cliente levar o produto até uma filial ou agência da transportadora;
- (ii) Emissão de documentos fiscais: a emissão de documentos fiscais é exigida por lei, assegurando a necessidade de que estejam juntos aos produtos despachados. Em casos específicos utiliza-se o MDF-e (Manifesto Eletrônico de Documentos Fiscais) dentre outros, como a NF-e (Nota Fiscal Eletrônica) e CT-e (Conhecimento de Transporte);
- (iii) Consolidação: após as emissões fiscais dos materiais coletados de diversos clientes, os materiais precisam ser consolidados em um local físico em caso de deslocamento de maior extensão. A carga passa a ser paletizada para melhor utilização do espaço do caminhão, prevenindo a carga de avarias, com o método de organização dos produtos frágeis (leve) por cima dos pesados (resistente);
- (iv) Transporte: a partir do local físico de origem é realizado o transporte em direção ao centro de distribuição (matriz);
- (v) Desconsolidação: Com a chegada dos caminhões carregados de materiais coletados para o centro de distribuição, realiza-se a desconsolidação da carga que irá passar por uma triagem dos materiais designados às localidades atendidas.
- (vi) Entrega final: o processo é finalizado com a saída dos caminhões do centro de distribuição com as mercadorias para as regiões que os centros operacionais efetuam a entrega final(porta a porta). Os veículos utilizados pelos motoristas são de passeio, utilitários e motos. O cliente pode optar pela retirada do material na própria agência mais próxima do seu endereço.

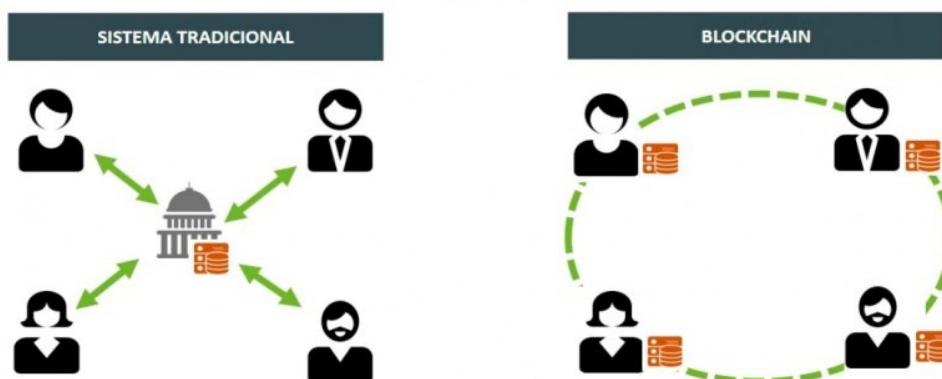
## 2.2 Blockchain

A *blockchain* teve sua primeira aplicação em Bitcoin, foi criada por Satoshi Nakamoto, que permitia que suas transações de criptomoedas fossem realizadas sem uma centralização(Figura2), de modo a usar a *blockchain* para verificação entre os participantes em transações em suas moedas virtuais(YLI-HUUMO, 2016).

Sadouskaya (2017) apresenta a *blockchain* como um livro digital que possui todo histórico entre os participantes, com o sistema distribuído entre todos da cadeia na rede em nó, juntando uns aos outros e gerenciando transações em blocos permanentes de dados. As

informações são verificadas por algoritmos criptografados que precisam da aprovação da maioria dos usuários.

Figura 2: Blockchain – Como funciona



Fonte: INTEPOLIST, 2018.

A Intelipost (2018) expõe a *blockchain* como necessária de ser iniciada entre dois participantes, com intuito de troca de informações. Essa informação é apresentada a uma rede de computadores que está em conjunto para criação de um bloco e, assim, essa rede determina como vai proceder para o apuramento das transações que só é validada com acordo entre os participantes da rede. Seu sistema é elaborado com a criptografia para confirmação e gravação do bloco, possibilitando um histórico que não se modifica e ao final a transação é realizada.

Nakamoto (2018) diz que a *blockchain* pode ser entendida como uma cadeia formada por blocos que conectados realizam transações que são visualizadas e rastreadas em tempo real pelos participantes do processo. Todas as informações são protegidas e gravadas, proporcionando o acompanhamento de todas as etapas desde o início até o final com segurança e transparência.

Segundo Kamath (2018) o Walmart em um projeto de teste usando a tecnologia blockchain da IBM, contribuiu para o rastreamento de todo um processo de uma cadeia de suprimentos de porcos na China e mangas na América, onde obteve dados de toda cadeia com clareza nas informações, possibilitando tomar medidas em caso de situação adversa. IBM (2019) cita a empresa Maersk do setor marítimo de contêineres, que em parceria com a IBM, possui um projeto que usa a *blockchain* na América Latina com sistema TradeLens, possibilitando ligar toda cadeia e desburocratizar negociações em busca de economia e poder gerenciar e rastrear seus contêineres do início até o final das etapas da cadeia de suprimentos.

### 3. DESENVOLVIMENTO DA TEMÁTICA

A tecnologia *blockchain* por ser atual e a princípio criada para finalidades no ramo financeiro, torna-se ainda uma novidade para outros segmentos. Sendo assim, a elaboração deste estudo consiste em abordar a possibilidade da utilização da *blockchain* além da questão monetária, em particular, no processo do fluxo de cargas fracionadas.

Segundo Mendling et al. (2018) o estudo de uma cadeia logística com o propósito de melhorias por meio da *blockchain* exige análise de todas as etapas, visando a observar onde a tecnologia pode ser empregada de modo que a sua prática tenha resultados eficazes. O foco da presente pesquisa consiste na oportunidade de otimização nas principais etapas do TCF, como

na coletas de materiais, emissões de notas fiscais, consolidação, transporte, desconsolidação e entrega final. Apresentando uma melhor gestão de toda cadeia e extinguindo erros acarretando em maiores rendimentos.

A pesquisa apresenta abordagem qualitativa, com o método escolhido de pesquisa bibliográfica, feita por meio de artigos e sites sobre TCF e a tecnologia *blockchain*.

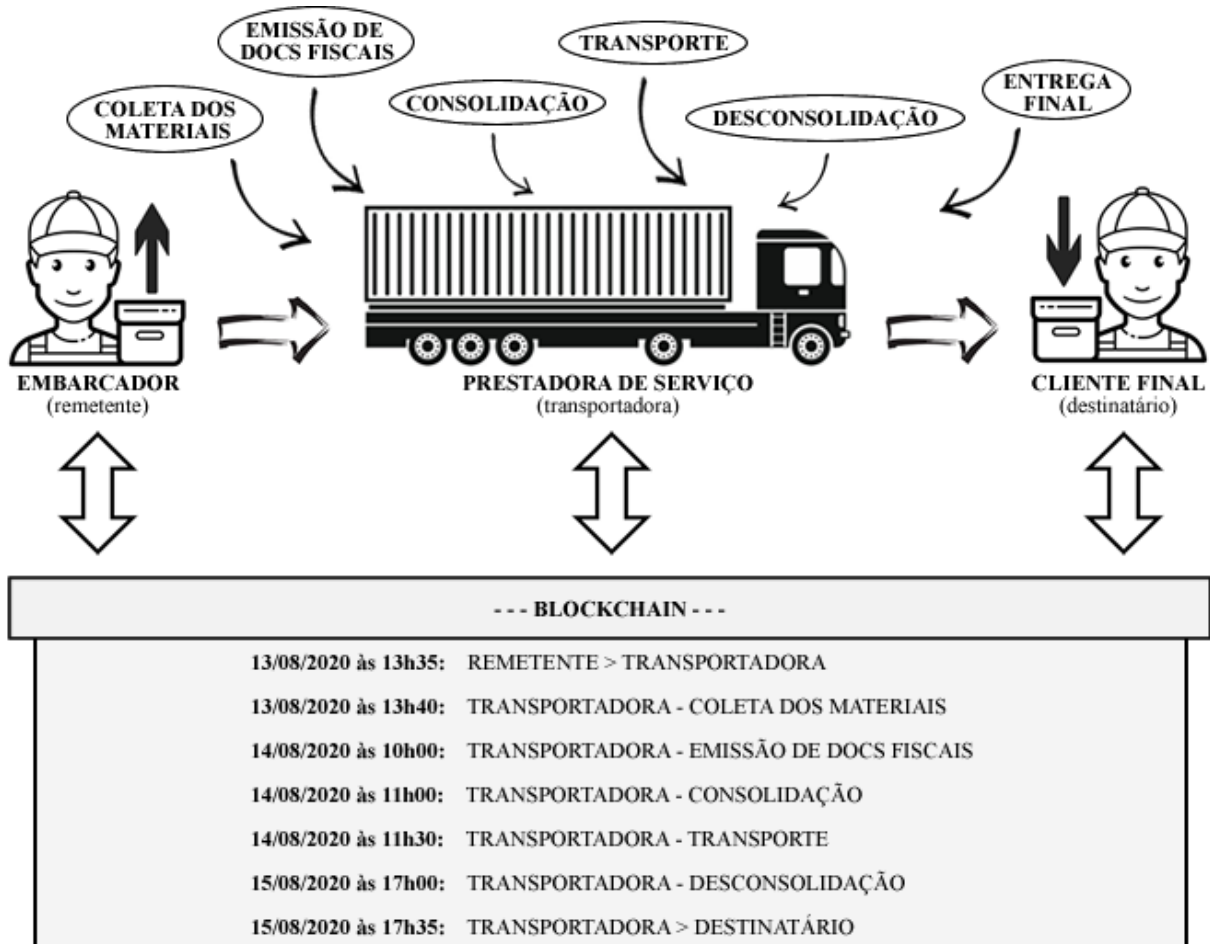
#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O transporte de cargas fracionadas se faz essencial nos dias de hoje, o serviço envolve um embarcador que pode ser uma empresa de diversos segmentos ou uma pessoa física com despachos de variadas mercadorias. A prestação de serviço é feita por uma transportadora, com a realização de entrega para pessoas jurídicas ou físicas, e eventual apoio de intermediários nesse processo para que a entrega seja realizada.

De forma resumida, o emprego da tecnologia *blockchain* ao TCF fundamenta-se em agregar o embarcador, a transportadora e o destinatário em uma mesma cadeia de informações atualizada simultaneamente ao longo do processo. Para tal, todos os envolvidos precisam estar conectados à mesma rede, na qual os documentos fiscais de venda e de transporte seriam compartilhados. Todo processo devendo acontecer de forma descentralizada e sem a participação de órgãos regulamentadores, sendo acompanhado e atualizado em tempo real, com validações de informações simultaneamente por todos os integrantes.

**Figura 3** - Principais etapas do TCF utilizando a tecnologia *blockchain*





**Fonte:** Desenvolvido pelo Autor

Na Figura 1 foi apresentada as principais etapas do fluxo logísticos de cargas fracionadas sem o uso da *blockchain*, já na Figura 3 todas as etapas são conectadas simultaneamente ao *blockchain*, oferecendo assim o acompanhamento em tempo real por qualquer uma das partes envolvidas no processo.

Para o remetente e o destinatário, os interesses na utilização da *blockchain* para o TCF se sustentam pela redução do valor do frete, rastreamento do produto em tempo real e entrega do material ao destino final em perfeitas condições, sem avarias e extravios. Além disso, a tecnologia permite otimizar o tempo de entrega das mercadorias, já que todas as partes estão acompanhando o trajeto em tempo real, evitando que o destinatário não seja localizado no destino final.

A *blockchain* apresenta benefícios como a descentralização do processo, já que não exige a presença de um órgão centralizador, o que garante maior segurança aos envolvidos. O uso de criptografia na cadeia de informações, com o consenso da maioria por meio da validação, evita ataques e fraudes, já que o histórico de ocorrências não pode ser modificado. Como pode ser observado na Figura 3, a *blockchain* registra as informações em tempo real, as quais são compartilhadas simultaneamente com todas as partes envolvidas no processo.

O remetente ainda pode negociar o custo do frete diretamente com a transportadora e seu destinatário, além de rastrear seu produto desde o momento em que o material é coletado até a entrega, podendo identificar erros ou falhas e reportar em tempo real a todas as partes. Já o destinatário, pode negociar o valor do frete em consenso com todas as partes e acompanhar seu pedido de forma integral, recebendo o produto em prazos menores.

A transportadora, por otimizar seu processo, ganha com menos burocracia e redução de custos, evitando erros nas emissões de documentos e fazendo com que não tenha problemas na entrega do produto. Além disso, a transportadora consegue tomar decisões mais rápidas e certas em caso de avaria ou extravio de produtos e saber onde aconteceu a falha, se foi em alguma agência, centro de distribuição ou hubs. Podendo, desta forma, oferecer prazos menores para atender os clientes e ganhando em economia na entrega e comunicação.

Por ser uma tecnologia nova e originada na área financeira, torna-se ainda um desafio implementar a *blockchain* no TCF, já que para ser utilizado deve-se ter consenso entre todas as partes envolvidas no processo: remetente, transportadora e destinatário. Questões de segurança ainda devem ser discutidas, assim como o desenvolvimento de um software capaz de realizar todas as transações e validações simultâneas, tópico que pode fazer parte de pesquisas futuras em outras áreas, como na segurança de informação e análise e desenvolvimento de softwares.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso da *blockchain* ainda passa por testes na cadeia de suprimentos, porém mostra-se como uma excelente ferramenta a ser aplicada no TCF, permitindo o rastreamento das mercadorias durante todas as etapas do processo em tempo real por todas as partes envolvidas. Fator que proporciona a otimização do fluxo logístico de cargas fracionadas, já que evita entregas não atendidas, erros e extravios.

Uma limitação ainda existente na aplicação da *blockchain* no TCF, como mencionado nas discussões, é a ausência de um aplicativo móvel capaz de integrar todas as partes e realizar a validação de todas as etapas, as quais poderiam ser feitas utilizando um simples QRCode. Sendo assim, há a necessidade de estudos futuros que possam contribuir com o desenvolvimento desse aplicativo.

## REFERÊNCIAS

ABDELLATIF, T.; BROUSMICHE, K. L. Formal verification of smart contracts based on users and blockchain behaviors models. **9th IFIP International Conference on New Technologies, Mobility and Security (NTMS)**, Paris, p. 1-5, 2018.

ASALOG - **Como funciona o transporte de cargas**. Disponível em: <https://asaplog.com.br/como-funciona-o-transporte-de-cargas/> Acesso em: 24 de ago. de 2020.

BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J.; COOPER, M. B. **Gestão logística de cadeias de suprimento**. 4ª ed. Porto Alegre/SC: Bookman, p. 1- 213, 2004.

CUNHA, Claudio B.; SILVA, Marcos Roberto. A genetic algorithm for the problem of configuring a hub-and-spoke network for a LTL trucking company in Brazil. **European Journal Of Operational Research, St. Louis**, v. 1, n. 179, p.747-758, 2007.

FOLLMANN, N. Adaptação da teoria das restrições a operação de empresas de transportes de cargas fracionadas. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.



**IBM - Portos da América Latina integram plataforma Blockchain da IBM e Maersek para impulsionar participação no comércio global.** Disponível em:

<https://www.ibm.com/blogs/ibm-comunica/portos-da-america-latina-integram-plataforma-blockchain-da-ibm-e-maersk-para-impulsionar-participacao-no-comercio-global/> Acesso: 09 ago 2020.

INTELIPOST. Blockchain na logística: **como essa tecnologia revolucionara o mercado?** Disponível em: <<https://www.intelipost.com.br/blockchain/>>. Acesso em: 03 de ago. de 2020.

KAMATH, Reshma. Food traceability on blockchain: Walmart's pork and mango pilots **with** Contracts: A Research Agenda, **Computer** , vol. 50(9), pp. 50-57, 2018.

MAGAZZENI, D., MC BURNEY, P. J., & Nash, W. . Validation and verification of smart contracts: A Research Agenda. **Computer** , 50(9), 50-57, 2017.

MENDLING, INGO WEBER; Wil van der Aalst; Jan vom Brocke; Cristina Cabanillas; Florian Daniel; Søren Debois; Claudio Di Ciccio; Marlon Dumas; Schahram Dustdar; Avigdor Gal; Luciano García-Bañuelos; Guido Governatori; Richard Hull, Marcello La Rosa; Henrik Leopold; Frank Leymann; Jan Recker; Manfred Reichert; Hajo A. Reijers; Stefanie Rinderle-Ma, Andreas Solti; Michael Rosemann; Stefan Schulte, Munindar P. Singh; Tijs Slaats; Mark Staples; Barbara Weber; Matthias Weidlich; Mathias Weske; Xiwei Xu; and Liming Zhu. 2018. Blockchains for Business Process Management - Challenges and Opportunities. **ACM Trans. Manag. Inform. Syst.** 9, 0, Article 0 17 pages , 2018.

NAKAMOTO, S. Bitcoin: **A peer-to-peer electronic cash system.** 2008. Disponível em : <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>. Acesso em : 06 de ago 2020

SADOUSKAYA, K. Adoption of Blockchain Technology in Supply Chain and Logistics, Unpublished Bachelor's Thesis, Kymenlaakso University of Applied Sciences, Kotka, Finland. 2017

YLI-HUUMO, J; Ko D; Choi S; Park S; Smolander K Where Is Current Research on Blockchain Technology?—A Systematic Review. **PLOS ONE.** 11(10) (2016)