

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS
CURSO DE ADMINISTRAÇÃO

ADÔNIS ALEXANDER LIMA CHAGAS

**O USO DE SISTEMAS BLOCKCHAIN NA LOGÍSTICA DA CADEIA DE
SUPRIMENTOS**

São Luís

2022

ADÔNIS ALEXANDER LIMA CHAGAS

**O USO DO SISTEMA BLOCKCHAIN NA LOGÍSTICA DA CADEIA DE
SUPRIMENTOS**

Trabalho de conclusão de curso, na modalidade de artigo, apresentado como requisito para obtenção do título de Bacharel em Administração da Universidade Federal do Maranhão - UFMA.

Orientador: Prof Dr. Tadeu Gomes Teixeira

São Luís

2022

Chagas, Adônis Alexander Lima.

O uso do sistema blockchain na cadeia de suprimentos. /
Adônis Alexander Lima Chagas. – 2022.
23 f.

Orientador(a): Tadeu Teixeira Gomes.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação, Artigo) - Curso
de Administração, Universidade Federal do Maranhão, São Luís,
2022.

1. Blockchain 2. Cadeia de suprimentos 3. Logística I. Gomes
Teixeira, Tadeu. II. Título

ADÔNIS ALEXANDER LIMA CHAGAS

**O USO DO SISTEMA BLOCKCHAIN NA LOGÍSTICA DA CADEIA DE
SUPRIMENTOS**

Trabalho de conclusão de curso, na modalidade de artigo, apresentado como requisito para obtenção do título de Bacharel em Administração da Universidade Federal do Maranhão - UFMA.

Aprovado em: 15/12/2022.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Tadeu Gomes Teixeira

Dr. em Ciências Sociais

Universidade Federal do Maranhão

Prof^a Aline Alvares Melo

Dr^a em Administração

Universidade Federal do Maranhão

Prof^a Carla Emília Amaral Ferreira

Me. em Educação e Pedagogia Profissional

Universidade Federal do Maranhão

Dedico este trabalho a meus mestres: meus pais, por me dar o dom da vida e me ensinar como vive-la, sempre superando as dificuldades. Meus professores por partilharem o conhecimento e por gerar a curiosidade necessária para que eu possa transformar o mundo e meus amigos que me inspiram a despertar em mim minha essência de pesquisador.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, sem o qual não haveria de ter o dom da vida, muito menos a capacidade de concluir este projeto. A meus orixás que me guiaram e forneceram a resiliência necessária para superar meus desafios ao longo da graduação

Aos meus amigos e familiares por me prestar apoio compreensão e carinho, em especial a minha mãe e meu pai, por ensinar a importância da vida em seus momentos bons e ruins.

A meus professores: Tadeu Gomes Teixeira, por despertar em mim a curiosidade pelo mundo da informática e tecnologia em meio à administração, assim como pela orientação, Sérgio Sampaio Cutrim, que me permitiu redescobrir o mundo da escrita de artigos científicos e uma paixão pela inovação, Mayana Viegas, pela inspiração para sempre estudar e buscar meu caminho, agradeço ainda a todos os demais professores que se dedicaram a transmitir o conhecimento ao longo de minha graduação. Sem cada um deles, não estaria aqui.

Aos membros da banca, nas pessoas da Prof. Dra Aline Alvares Melo e da Prof. Ma. Carla Emília pelas contribuições que certamente irão enriquecer este estudo

Enfim, agradeço a todos que fizeram parte deste ponto decisivo da minha vida.

“se a blockchain ainda não te chocou, garanto
que vai te abalar em breve.”

William Mougayar, 2017

RESUMO

Criado em 2009 junto ao bitcoin, a tecnologia blockchain surgiu como uma plataforma que possibilitava a segurança de uma moeda virtual, sem a necessidade de um órgão regulador, entretanto, o sistema não se restringia somente a garantir a segurança de uma criptomoeda, possibilitando também seu uso em contratos inteligentes e outros sistemas com aplicação diversificada. Nesse sentido, buscou-se analisar o sistema blockchain, de modo que, se explorasse potenciais benefícios da aplicação do blockchain a logística da cadeia de suprimentos. Para tanto, foi realizada uma pesquisa qualitativa, de revisão de literatura em meio a literatura existente sobre o tema, não foram inclusos critérios de restrição a pesquisa. Foi auferido que o uso do blockchain na logística da cadeia de suprimentos permite que se diminua riscos e torne a troca de informações ao longo da rede mais segura, assim como possibilita a organização rastrear o produto a sua origem

Palavras-chave: Blockchain; Cadeia de Suprimentos; Logística.

ABSTRACT

Created. in 2009 with bitcoin, blockchain technology emerged as a platform that enabled the security of a virtual currency, without the need for a regulatory body, however, the system was not restricted only to guaranteeing the security of a cryptocurrency, but also enabling its use in smart contracts and other systems with diverse applications. In this sense, we sought to analyze the blockchain system, so that the potential benefits of applying blockchain to supply chain logistics could be explored. To this end, qualitative research was carried out, a literature review of the existing literature on the subject, no search restriction criteria were included. It was found that the use of blockchain in supply chain logistics allows for reducing risks and makes the exchange of information over the network more secure, as well as enabling the organization to trace the product to its origin.

Keywords: Blockchain; Supply chain; Logistics.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Encadeamento de blocos na blockchain	12
Figura 2 – Tipos de blockchain quanto a organização.....	14
Gráfico 1 – Expansão da blockchain bitcoin ao longo do tempo	15
Quadro 1 – Problemas solucionados pela Blockchain	19

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	O SISTEMA BLOCKCHAIN	11
2.1	O Funcionamento Do Sistema Blockchain	11
2.2	Cadeias de suprimentos e o efeito chicote.	15
2.3	O uso de sistemas blockchain no contexto da cadeia de suprimentos:	17
3	METODOLOGIA.....	19
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	19
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	21
	REFERÊNCIAS.....	21

O USO DE SISTEMAS BLOCKCHAIN NA LOGÍSTICA DA CADEIA DE SUPRIMENTOS

Adônis Alexander Lima Chagas
Tadeu Gomes Teixeira

Resumo: Criado em 2009 junto ao bitcoin, a tecnologia blockchain surgiu como uma plataforma que possibilitava a segurança de uma moeda virtual, sem a necessidade de um órgão regulador, entretanto, o sistema não se restringia somente a garantir a segurança de uma criptomoeda, possibilitando também seu uso em contratos inteligentes e outros sistemas com aplicação diversificada. Nesse sentido, buscou-se analisar o sistema blockchain, de modo que, se explorasse potenciais benefícios da aplicação do blockchain a logística da cadeia de suprimentos. Para tanto, foi realizada uma pesquisa qualitativa, de revisão de literatura em meio a literatura existente sobre o tema, não foram inclusos critérios de restrição a pesquisa. Foi auferido que o uso do blockchain na logística da cadeia de suprimentos permite que se diminua riscos e torne a troca de informações ao longo da rede mais segura, assim como possibilita a organização rastrear o produto a sua origem

Palavras-chave: Blockchain; Cadeia de suprimentos. Logística.

Abstract: Created in 2009 with bitcoin, blockchain technology emerged as a platform that enabled the security of a virtual currency, without the need for a regulatory body, however, the system was not restricted only to guaranteeing the security of a cryptocurrency, but also enabling its use in smart contracts and other systems with diverse applications. In this sense, we sought to analyze the blockchain system, so that the potential benefits of applying blockchain to supply chain logistics could be explored. To this end, qualitative research was carried out, and among the existing literature on the subject, criteria for restricting the research were not included. It was found that the use of blockchain in supply chain logistics allows you to reduce risks and make the exchange of information over the network more secure. Due to the recent nature and development potential of this network, it was concluded that the use of this logistics system is a possibility that should be explored, taking into account the limitations and functions of this system

Keywords: Blockchain; Supply chain. Logistics.

1 INTRODUÇÃO

O mercado de tecnologia e sistemas de informação é demarcado por sua constante busca por aperfeiçoamento e inovação. Nesse sentido, com o avanço da tecnologia fica visível a necessidade de se estar a vanguarda da tecnologia, principalmente quando pensado em um mundo globalizado, no qual a velocidade da informação e a segurança dela para ser transportada de uma ponta a outra de um sistema, ou mesmo do planeta, é um diferencial capaz de mitigar riscos e fornecer praticidade as organizações. Uma das tecnologias que simboliza a revolução no quesito de inovação dos sistemas é o blockchain: um sistema formado por um misto de tecnologias, o que segundo Mougayar (2017) se qualifica como uma metatecnologia, permitindo a garantia da segurança dos usuários, sem possuir entidade reguladora ou ente administrador, de modo que que o próprio sistema garanta a sua segurança (Nakamoto, 2009).

O blockchain foi criado em 2009 por Satoshi Nakamoto, com o objetivo de garantir a segurança do Bitcoin, uma criptomoeda: modelo de moeda virtual que se regula através da necessidade de compra e venda, sem estar lastreada a algo. Para tanto, foi desenvolvido um sistema que atuasse através de prova de trabalho, de modo que, à medida que um valor é alterado no sistema ele necessita da autenticação dos outros membros que já pertencem a mesma rede, desta forma, quanto maior a rede de blockchain mais segura ela se apresenta. Nesse sentido, tal rede se apresenta com possibilidades de aplicação extensas, a exemplo da cripto ethereum que permitiu o uso de contratos inteligentes para acordos seguros e anônimos.

Em um mundo globalizado, demarcado pelo comércio entre diferentes organizações situadas em países e continentes diferentes, as dimensões da cadeia de suprimentos atingem a escala global, neste contexto, o surgimento de problemas relacionados a riscos derivados da diferença existentes entre estas organizações pode levar ao chamado efeito chicote, que tem

como consequência o acúmulo ou ausência de estoque ao longo da cadeia de suprimentos (WU, D. Y., KATOK, E. 2006)

Desta forma, o presente artigo busca analisar o potencial impacto da aplicação do sistema blockchain na logística da cadeia de suprimentos, para tanto, irá conceituar o funcionamento do sistema blockchain e suas vantagens para o mercado, o funcionamento da cadeia de suprimentos e os problemas decorrentes do chamado efeito chicote, para assim determinar se o uso da tecnologia blockchain na cadeia de suprimentos teria efeito benéfico, de modo a aprimorá-la e evitar o chamado efeito chicote. Para isto, foi realizada uma pesquisa qualitativa, por meio de uma pesquisa bibliográfica, por pesquisa bibliográfica entende-se a leitura, a análise e a interpretação de material impresso. Entre eles podemos citar livros, documentos mimeografados ou fotocopiados, periódicos, imagens, manuscritos, mapas, entre outros (Gil 2002).

2 O SISTEMA BLOCKCHAIN

Com o surgimento do Bitcoin em 2009, tecnologia essa desenvolvida pelo pseudônimo Satoshi Nakamoto, cuja real identidade permanece desconhecida, é criada também uma tecnologia até então inédita: a blockchain, um sistema virtual descentralizado que permitisse a circulação efetiva e segura, sem a existência de um eixo central que a controlasse. Para que fosse efetiva uma moeda cujo valor seria determinado não por sistemas governamentais, mas sim pela própria oferta e procura, possibilitando que as transações entre indivíduos não fossem controladas por estes entes era necessário que houvesse segurança nesse sistema de forma descentralizada. Para tanto, junto a moeda foi desenvolvida a tecnologia Blockchain, que segundo Mougayar “é uma tecnologia que registra permanentemente as transações de maneira que não pode ser apagada posteriormente, mas só pode ser atualizada sequencialmente” (MOUGAYAR, 2017, p20). o autor conceitua ainda o blockchain não como uma simples tecnologia, mas como uma “meta tecnologia”, tanto por ser formada por diversas outras, quanto por ser parte de um ecossistema tecnológico variado.

O cenário de metatecnologia nos últimos anos provou ser mais extenso do que o previsto a princípio (Buterin, 2017) com aplicações surgindo de maneiras inovadoras e surpreendentes, enquanto em 2009 o Blockchain se restringia a um pensamento voltado ao mercado de criptomoedas e como uma forma de fuga do cenário econômico padrão, em 2015 o surgimento do Ethereum, também uma criptomoeda ligada a blockchain, pode ser considerada um divisor de águas, uma vez que trazia funções de possibilidade de estabelecimento de contratos inteligentes em sua essência, possibilitando assim que acordos entre partes fossem estabelecidos de maneira segura, sem a intervenção de terceiros (ETHEREUM, 2015). Anos depois, as aplicações têm avançado permitindo que sistemas ainda mais avançados sejam desenvolvidos.

2.1 O Funcionamento Do Sistema Blockchain

O Blockchain distribui os dados digitais e evita a duplicação, sendo, portanto, um banco de dados basicamente desenhado para a moeda digital Bitcoin. Entendemos então como um livro razão distribuído ao longo de toda sua estrutura e demarcado por uma criptografia de alto nível (Turgut, 2019). Para entendermos o funcionamento desta rede é necessário analisar o funcionamento de seus componentes sendo estes:

Nós: Computadores ou terminais de acesso que compõe a rede, podendo ser desde computadores domésticos a supercomputadores de grande porte (PREUKSCHAT Et. al, 2016).

Hash: uma impressão digital única que ajuda a verificar se uma determinada informação não foi alterada, sem que haja a necessidade de abordá-la por completo (PREUKSCHAT Et. al, 2016).

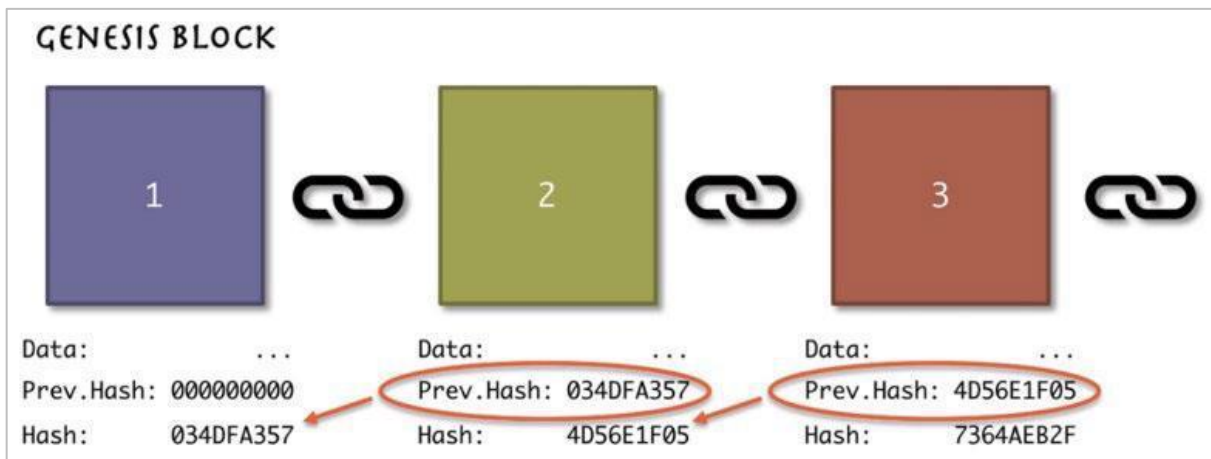
Blocos: arquivos que registram transações realizadas em um intervalo de tempo, reunindo em sua estrutura outras informações, encadeados entre si criptograficamente (Baião, 2018)

Chaves de acesso: Segundo Mougayar (2017), as chaves de acesso funcionam como meio de permitir o acesso ao sistema se complementando, a chave pública é pertencente ao remetente e a privada ao usuário, de modo que o usuário utiliza sua chave privada que junto à chave pública no sistema permitem que o acesso.

Assim, a conexão a blockchain se dá através do equilíbrio entre visibilidade pública e inspeção privada, em comparativo seria como um endereço residencial, uma informação pública disponível para todos, mas que para se ter acesso a casa é necessário a chave do proprietário (MOUGAYAR, 2017). A inserção de novos dados na cadeia, passa pelos seguintes processos (Figura 1):

- 1º É gerada o valor do bloco
- 2º Os dados deste bloco são encaminhados para os demais
- 3º Cada nó tenta encontrar uma prova-de-trabalho para o seu bloco, em referência ao novo bloco.
- 4º Quando um nó encontra uma prova-de-trabalho, difunde o bloco para todos os nós.
- 5º Os nós aceitam o bloco apenas se todas as transações neste são válidas e não foram ainda gastas.
- 6º Os nós expressam a aceitação do bloco criando o próximo bloco na cadeia, usando o hash do bloco aceito como o hash anterior.

Figura 1 – Encadeamento de blocos na blockchain



Fonte: Ponteves e Eremenko, 2018

A fim de se entender a segurança desenvolvida no sistema blockchain, é necessário conceituar o que Nakamoto (2009) chama de prova-de-trabalho: um sistema no qual entende-se os dados como gerados em blocos, a partir de cálculo matemático extenso desenvolvido com poder computacional, sendo que, cada bloco de dados gerado no sistema necessita da validação dos anteriores, assim, para que haja alteração posterior dentro daquele sistema é necessário que se altere não apenas os dados disponíveis naquele local, que por sua vez se encontram encriptados, mas também a maior parte da cadeia de dados já desenvolvida.

Tal nível de segurança permitiu que até hoje não fosse possível hackear a rede bitcoin, a exemplo, visto que qualquer tentativa de realizar tal ato levaria apenas a alteração de parcela

ínfima de dados, que quando comparado aos dados presentes ao redor do mundo seriam reconhecidos como falsos. Deste modo, ainda que a criptografia de certos dados fosse ultrapassada em um determinado equipamento e tais dados modificados se conectem a rede, nesse momento a própria rede desenvolve a capacidade de reconhecer os dados falsificados (, haja vista enlaçamento criptográfico com as operações anteriores nesta mesma rede, quando as informações do bloco não se encontram alinhadas junto a cadeia, de modo a cada bloco identificar o anterior (Figura 1), o bloco então não é reconhecido, deste modo, aqueles que controlam a maior parte da cadeia de trabalho, controlam a veracidade das informações, ou seja não apenas será necessário vencer a criptografia de um bloco, mas também alterar a grande maioria dos blocos pertencentes a uma mesma corrente, para que se possa alterá-la

Após os referidos fatos da criação do sistema e sua divulgação, o ecossistema ao redor das blockchains evoluiu e se aprimorou. Segundo Buterin (2017), enquanto em meados de 2013 havia ainda um foco do sistema voltado ao mercado de criptomoedas, em um mercado que era munido pelo o que ele apelida de “criptoanarquistas em espírito”, e “revolucionários coloridos e animados para lutar contra o poder”, o tempo permitiu que as possibilidades se demonstrassem além do que Nakamoto propunha em sua criação, a blockchain se demonstrou não apenas um sistema seguro para criptomoedas, mas o berço do surgimento de novas oportunidades, com uma escalabilidade tamanha, que talvez pudesse rivalizar apenas com a própria internet em sua gênese. O primeiro indício desse crescimento se apresentou no que Buterin chama de “Cripto 2.0”, quando o mesmo durante o desenvolvimento do “Ethereum” integralizou uma linguagem de programação turing completa ao protocolo na camada de base (Buterin, 2017), permitindo assim que plataformas voltados para outras formas de negócio fossem desenvolvidas e anexadas, para tanto, seria utilizado contratos inteligentes desenvolvidos na linguagem Solidity (ETHEREUM, 2015), permitindo que as transações relevantes sejam realizadas e escritas por meio do Ethereum e sua cripto Ether. Buterin vai ainda além e conceitua a chamada “Cripto 3.0”: a exploração de blockchains para novas oportunidades de negócio, além da própria concepção do ethereum, desenvolvidas a partir de novas tecnologias.

Ampliando os horizontes das possibilidades tem-se então o desenvolvimento de blockchains em sistemas variados, divididos em: blockchains de acesso público, privado ou ainda híbrido. As blockchains de acesso público tem como características: a acessibilidade pública as informações, no qual qualquer usuário, mesmo externo, pode ter acesso e conferir as transações realizadas; ser um sistema aberto, de modo que qualquer indivíduo munido dos conhecimentos técnicos e possibilidades de hardware pode ter acesso; a descentralização, no qual nenhum usuário está acima do outro, de forma que tenha mais poder que os outros e se reine o pseudo-anonimato, uma vez que embora os proprietários da transação não sejam pessoalmente identificáveis, seus endereços ainda são rastreáveis (Turgut, 2019), desta forma o padrão para este tipo de serviço é não possuir o anonimato de fato, exceto por aquelas que são desenvolvidas nesse sentido.

As blockchains de acesso privado por sua vez detém características diversas das públicas, sendo: uma rede privada no sentido de que nem todos os dados cadastrados no blockchain são divulgados publicamente e apenas os usuários ou participantes podem acessar e consultar todas ou algumas das transações realizadas na rede; fechado, de modo que somente alguns usuários recebem permissões para inserir novas transações, podendo vetar esta opção para outros usuários e atribuir níveis hierárquicos a rede; distribuído, no sentido de que os nós que formam sua cadeia podem ser limitados e são conhecidos, diminuindo os riscos potenciais observados em uma blockchain pública e anônimo, uma vez que os usuários da blockchain privada podem ou não possuir o anonimato, sendo este preferência do administrador do sistema. Deste modo, entendemos como a blockchain pública sendo aberta a entrada de novos usuários, enquanto a privada necessita de autorização para o acesso, com a

junção de elementos pertencentes a ambas, são desenvolvidas as chamadas redes híbridas, possuindo diferentes níveis de visibilidade e autorização de acesso (Preukschat, et al. 2017).

Para Baião (2019) há ainda uma questão relacionada a forma como a rede é distribuída, de modo que os tipos de blockchain se subdividem em 3 tipos quanto a distribuição (Figura 2): Redes centralizadas, redes descentralizadas e redes distribuídas. Para as redes centralizadas entendemos como sendo o modelo de rede a qual uma entidade administradora atua de modo a mediar a rede possuindo assim o controle das informações que atuam através dessa rede, necessitando de muita confiança ao administrador por parte do usuário; redes descentralizadas não possuem uma autoridade central, mas ao invés disso atuam por meio de um grupo de servidores atuando em conjunto e para as redes distribuídas, podemos considerar redes descentralizadas ao máximo, de modo que a distribuição de seu servidor se apresenta por meio dos nós participantes da rede.

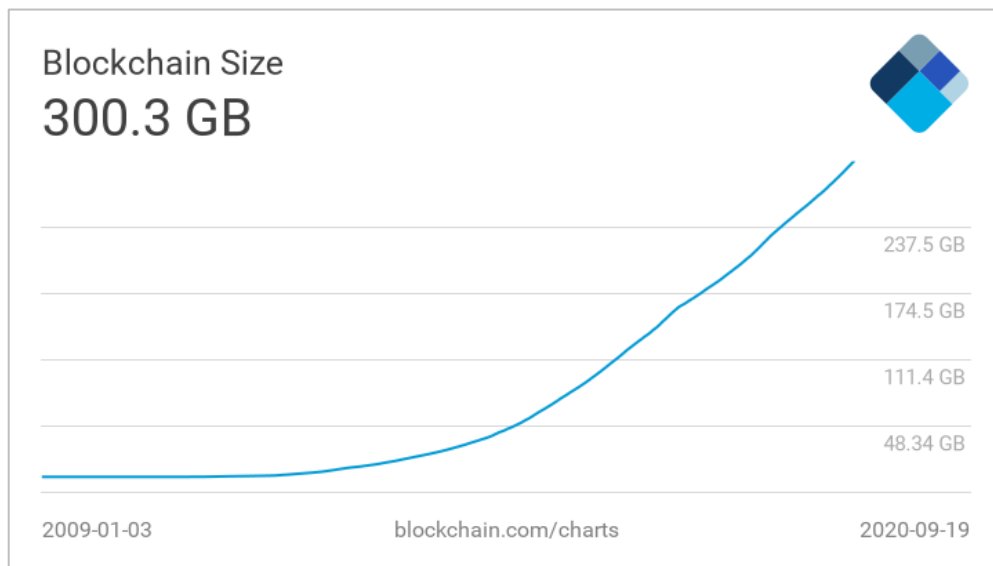
Figura 2 – Tipos de blockchain quanto a organização



Fonte: Senior Sistemas

Embora provido de diversas vantagens, certas características das redes blockchain ainda devem ser consideradas, sendo elas principalmente a fragilidade a um ataque que tome conta de 51% do poder computacional da rede (Turgut, 2019), se tratando de uma blockchain pública e quanto a blockchains privadas a fragilidade se transmite pela existência do eixo central da entidade supervisora, uma vez que o eixo central pode ser vítima de um ataque direto. Outro fator importante a se considerar para aplicação de sistemas blockchain é a relação de tamanho de uma blockchain, segundo Nakamoto (2009), quanto mais uma blockchain se expande maior é o espaço em disco necessário para aloca-la, de modo que utilizando do exemplo do bitcoin como plataforma a mais tempo em atividade em 19 de setembro de 2020 já havia superado os 300 GB de espaço de armazenamento (Gráfico 1), enquanto isso, o Ethereum já ultrapassava os 5 TB de armazenamento (MONEYTIMES, 2022) devido a suas características únicas. Ainda assim, até o momento o tamanho de tais plataformas ainda não se apresenta um problema para as organizações, entretanto a tendência em blockchains é o crescimento exponencial em volume, o que leva a novamente a problemática da ocupação do espaço no futuro.

Gráfico 1 – Expansão da blockchain bitcoin ao longo do tempo



Fonte: moneytimes

2.2 Cadeias de suprimentos e o efeito chicote.

A cadeia de suprimentos se trata de um mercado amplamente explorado pela área da logística, uma vez que faz parte de todo um ecossistema de organizações tanto nacionais quanto internacionais que atuam de modo a fornecer matéria prima, confeccionar produtos e distribuir ao mercado. Nesse sentido exploraremos primeiramente o conceito de cadeia de suprimentos, sendo o progresso de uma matéria prima ao longo do ecossistema de organizações ao qual está inserido em meio a cadeia de produção (Chagas, Pinheiro, Goiabeira, 2022). Hoje, não é vantajoso para as empresas realizar todos os seus processos de negócios dentro de suas próprias estruturas por vários motivos. Por isso, se envolvem em cadeias com outros negócios, de modo que com após formada, as empresas procuram coordenar os processos de negócios com seus parceiros para se tornarem mais competitivas. A cadeia de suprimentos, consiste na junção de vários processos (fornecedores, clientes, fábricas, distribuidores e varejistas) para atender aos pedidos dos clientes (Turgut, 2019). Uma cadeia produtiva de minério de ferro a exemplo, parte de sua origem no processo de mineração, passa por diversos processos de refino e gera insumos variados, entre eles alguns são destinados a se tornarem o metal, enquanto outros são destinados a outros mercados, desta forma uma cadeia de suprimentos abrange desde a origem na matéria prima, até o ponto em que atinge o objetivo de fato ou produto final.

O processo de globalização, embora tenha aproximado os mercados e assim possibilitado a oferta de clientes para as organizações, também proporcionou o impacto de que a concorrência voltada a cadeias de nível global se torna internacional, desta forma, o estabelecimento de vantagens competitivas nesses mercados se tornou ainda mais essencial, com isso em mente, a logística da cadeia de suprimentos busca desenvolver soluções para evitar potenciais atrasos e maximizar a eficiência de processos nas organizações, diminuindo sistemáticas de burocratização a exemplo.

Como resultado do aumento da competição no comércio internacional após 1980, as empresas começaram a tomar medidas como redução de custos, aumento da qualidade, aumento da flexibilidade e confiabilidade na produção. O conceito de produção pontual que surgiu neste período tornou-se foco de atenção no comércio global e impôs aos negócios desafios com critérios como estoque zero, eficiência na produção e redução dos tempos de ciclo. – Turgut, 2019, p.127)

O aumento da demanda e a mudança, da informação relativa a ela na cadeia de produção gera o chamado efeito forrester (Lee, et al. 2000), no qual tais mudanças ao longo da cadeia produtiva geram crises significativas, uma vez que a previsão de uma demanda superior ao resultado gera acúmulos de estoque ao longo da cadeia, nesse sentido, falhas de comunicação entre fornecedores e outros membros da cadeia de suprimentos geram como consequência: nível de serviço com menor qualidade, vendas perdidas, mal uso dos recursos produtivos, transportes desnecessários e perda de tempo produtivo (Ivanov, 2018). Sobre este efeito podemos classificar as principais causas como sendo comportamentais e operacionais (Wu e Katok, 2006). As causas comportamentais se dividem em:

- Interpretação equivocada de atrasos ou desempenhos no sistema produtivo: A falta de uma comunicação precisa entre os diferentes elos da cadeia de suprimentos leva a erros que acabam por levar as estimativas sobre a quantidade a ser estocada a um viés que por vezes difere da realidade (Croson, Donohue, 2006).
- Utilização indevida de políticas de estoque: Políticas de estoque de planejamento inadequado podem levar a uma variação que desestabilize a cadeia de suprimentos, uma vez que a falta de controle, ou o uso de um sistema de controle inadequado leva a falhas na comunicação entre os participantes (Disney, Towill, 2003).
- Liberação de pedidos de aquisições de emergência devido a um evento de separação de emergência: ambientes com característica de sazonalidade e variabilidade é natural que em certos momentos ocorram rupturas no atendimento (Croson, Donohue, 2006), levando a liberação descontrolada de pedidos e intensificando o efeito forrester.
- Visão de risco sobre outras ligações da cadeia: Ainda que levada em conta a teoria de mitigação de risco relacionada a supplychain, ainda assim a organização, levada a algum sinal positivo do mercado pode acabar projetando uma demanda positiva muito além da realidade, visto que, elementos externos podem acabar prejudicando esta gestão de riscos (Barra, 2020). Esta visão pode ainda levar a uma visão de crescimento falsa e uma demanda irreal para toda a cadeia produtiva (KAHNEMAN, 1993).

Quanto as causas operacionais elas podem ser listadas como:

- Atualização da previsão de demanda: Entende-se como a projeção de vendas para um determinado período futuro, no sentido de que, a organização buscando preparar-se para determinada demanda ainda não existente busca realizar orçamentos e adquirir recursos na forma de matérias-primas, mão de obra, estoques de insumos e maquinário. Entretanto a previsão nem sempre se converte em realidade e nesse sentido o que temos são cenários superestimados, o que tende a se intensificar em zonas sazonais. (Kays et al., 2018).
- Tamanho de lote: A aquisição de lotes de grande porte em certos casos leva a se adquirir insumos além do necessário, o que em certos casos tem como consequência uma produção excessiva, ou mesmo uma produção escassa quando a relação de investimento não é favorável para o comprador e nesse sentido, leva a alterações no preço do produto final, impactando as ligações da supplychain (Akkermans, Vos, 2003).
- Jogo de racionamento: Em situação a qual o volume de pedidos excede a capacidade produtiva dos fornecedores e/ou pode levar a falta de insumos ao mercado, temos o chamado jogo de racionamento, no qual os fornecedores acabam tendo que racionalizar a relação de insumos para evitar as consequências da escassez do mesmo no mercado (Akkermans, Vos, 2003).

Pequenas variações ao longo da linha de produção da cadeia de suprimentos agem por meio de um efeito dominó se amontoando e agindo de modo a fazer com que o preço do produto final seja alterado, este efeito descrito é o chamado efeito chicote. Em outras palavras é a amplificação e a distorção da informação da demanda a partir dos elos finais das cadeias de suprimentos em direção aos fornecedores primários (Lee et. Al., 1997)

2.3 O uso de sistemas blockchain no contexto da cadeia de suprimentos:

O ecossistema formado pela cadeia de suprimentos permite a conexão entre diferentes organizações localizadas ao longo do eixo produtivo, segundo Ivanov (2018), o gerenciamento da cadeia de suprimentos é a integração e coordenação entre departamentos e empresas de materiais, informações e fluxos financeiros para transformar e assim usar os recursos da cadeia de suprimentos da maneira mais racional ao longo de toda a cadeia de valor, desde os fornecedores de matérias-primas até os clientes.

Entretanto, devido a dinâmica de tais organizações e a escala produtiva, muitas vezes a nível global e/ou internacional leva a necessidade de se desenvolver meios de que a comunicação e a troca de informações entre estes elos de uma corrente seja estabelecida de maneira eficaz, uma vez que a falta de contato entre os diferentes elos da cadeia pode levar a consequências vistas e analisadas com a terminologia de efeito chicote ou efeito Forrester (Lee et al, 1997) para que isto não aconteça é necessário entender que dentro da cadeia de suprimentos existem três fluxos separados: o fluxo de materiais e produtos, o fluxo de informações e o fluxo financeiro.

Nesse sentido, Turgut (2019) ressalta que principalmente o fluxo financeiro tende a ser um empecilho, quando se traduz num atraso para que haja a troca de materiais. Temos ainda um atraso na troca de informações, visto que, elas tendem a seguir o fluxo de materiais, deste modo, a visão do todo fica restrita a apenas parte da cadeia produtiva, sendo as informações também retidas em meio ao processo de captação de produtos, prejudicando assim a visão da cadeia produtiva como um todo (Blockchain Türkiye Platformu, 2019).

Como visto, a tecnologia blockchain possui uma arquitetura de software descentralizada em seu núcleo estrutural, de modo que, as transações realizadas pelo usuário na rede são registradas em blocos de forma ordenada e com hora marcada, quando um bloco está cheio, o próximo é gerado (Kirbac, Tektas, 2020). Uma das vantagens deste sistema descentralizado, é a possibilidade de realização de contratos inteligentes. Conceitua-se contratos inteligentes como sendo contratos que podem ser aplicados entre as partes sem a necessidade de um terceiro intermediário, evitando assim contratempos, além disso a criptografia fornecida por este tipo de contrato permite um maior nível de segurança aos participantes da rede ao permitir que indivíduos e organizações criem identidades nessa rede de forma segura, mas ao mesmo tempo simplificando a transferência dos dados pertencentes ao indivíduos ou a organização para a rede (Euro Banking Association, 2016 Apud Turgut, 2019).

Com a redução de custos e segurança derivada dos contratos inteligentes, a rede blockchain possibilita que haja o rastreo e controle das mercadorias ao longo do processo produtivo, de modo que as empresas de logística e seus clientes possam acompanhar o produto ao longo da cadeia de abastecimento, minimizando assim a ação do efeito chicote (Turgut, 2019). Nesse sentido, diversos problemas identificados ao longo da cadeia produtiva podem ser minimizados com eficiência por meio da adesão do blockchain: o tamanho do lote pode ser determinado a partir da troca de informações relativas às necessidades dos diferentes setores da cadeia, de modo a garantir a máxima efetividade e um maior custo-benefício para aquisição. Um exemplo mais sólido da aplicação da rede blockchain é dado por Turgut (2019) no sentido de diminuir os erros ocorridos em decorrência de problemas na carta de crédito das empresas, uma vez que sejam interligadas por meio de uma rede blockchain bancos,

instituições e empresas de transporte, assim nas atividades comerciais realizadas entre eles o banco pode realizar o envio de contratos inteligentes permitindo a conexão entre as partes. A utilização do blockchain no transporte de contêineres ainda, eliminando a necessidade de papel e tornando mais fácil a rastreabilidade do transporte (Turgut, 2019). As consequências do que Kahneman (1993) descreve como sendo visão de risco das outras organizações sobre as outras ligações da cadeia são mitigadas, visto que, é possível uma leitura mais ampla da situação como um todo graças a adoção de soluções com o blockchain.

As possibilidades de desenvolvimento de contratos inteligentes e conexões criadas com a rede blockchain possibilitam que diversos participantes da cadeia de produção se conectem e desta forma, diminuam riscos e acelerem processos, por meio do programa Walmart Food Safety and Collaboration Center, programa esse que graças à colaboração da IBM, da JD e da Universidade de Tsinghua conseguiu desenvolver uma rede que integrasse seus fornecedores de modo a permitir a rastreabilidade de determinado produto até a sua origem (Walmart, 2021). Com o objetivo de aumentar a transparência das informações ao longo da cadeia de suprimentos, esse projeto se mostrou promissor, uma vez que graças ao rastreio preciso da origem dos alimentos, é possível evitar a proliferação de doenças derivadas de determinada localização. Em um comparativo, originalmente para o rastreio da origem de um produto contaminado a equipe demandava a ação de muitos recursos da empresa, e mesmo assim o rastreio poderia levar horas e até dias, após a adesão do sistema blockchain, devido a conexão mais direta das informações entre as diversas empresas do ecossistema da cadeia de suprimentos foi possível diminuir o tempo de resposta para pouco mais de dois segundos, permitindo a empresa ter um tempo de resposta para remoção de produtos infectados do mercado com muito mais facilidade. Além disso, graças ao controle dos dados sobre a produção e distribuição dos alimentos é possível identificar pontos de fragilidade que levam ao desperdício da produção e assim colaborar de forma a diminuir o desperdício. Além do Walmart outros casos foram identificados (Walmart, 2021)., sendo:

- O de beers group, realizou o rastreio de 100 diamantes de alto valor ao longo de sua cadeia de produção, da mina ao varejo, deste modo, duas problemáticas da indústria dos diamantes foram trabalhadas: a comprovação da procedência dos diamantes e o comércio dos diamantes de conflito.
- A Abu Dhabi National Oil Company (ADNOC), empresa petrolífera estatal dos Emirados Árabes Unidos, deu início a um programa de blockchain em colaboração com a IBM, de modo a rastrear o petróleo do poço, até o cliente final.
- A gigante global Maersk concluiu o primeiro teste de sua tecnologia Blockchain para gerenciar cargas, em parceria com a IBM, foi desenvolvida a plataforma TradeLens, para rastrear navios de carga e contêineres.
- A estadunidense FedEx também se encontra nesta vanguarda, fazendo parte do grupo Blockchain in Transport Alliance (BITA), de modo a esclarecer informações de mercadorias e resolver disputa de clientes de maneira mais simples.
- A Jonh West fornecedora de enlatados, adotou um sistema de rastreio com base em blockchain que permitiu a identificação da lata desde o comércio até a pesca.
- A ford Motors anunciou que adotaria um sistema Blockchain para assim realizar o rastreio do cobalto utilizado em carros elétricos, para garantir a procedência do produto.

3 METODOLOGIA

Para a realização do presente trabalho, foi elaborada uma revisão bibliográfica de caráter qualitativo, para tanto foi executada uma revisão bibliográfica da literatura existente sobre o tema, este tipo de pesquisa busca o “[...]levantamento ou revisão de obras publicadas sobre a teoria que irá direcionar o trabalho científico o que necessita uma dedicação, estudo e análise pelo pesquisador que irá executar o trabalho científico” (SOUSA; OLIVEIRA; ALVES, 2021, p3). Os critérios para inclusão neste artigo não incluíram restrição por ano, aproveitando todos os dados disponíveis sobre o sistema blockchain e suas aplicações que foram auferidos na pesquisa. Foi utilizado como palavras de busca: blockchain, blockchain privada, blockchain pública, blockchain híbrida, Supply chain, cadeia de suprimentos, blockchain na supplychain, ethereum. Para realização da pesquisa foram consultados os bancos de dados do CAPES café e google acadêmico, assim como a partir das referências de artigos considerados relevantes ao estudo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em virtude do avanço no desenvolvimento de sistemas relacionados ao blockchain e do desenvolvimento de meios de transação seguros independentes da existência de entidades terceiras para garantir sua segurança e transparência, temos o blockchain como sendo solucionador de problemas encontrados no processo de logística a qual a cadeia de suprimentos está inserida. Graças a atuação da tecnologia blockchain, uma série de problemáticas deve ser solucionada (Quadro 1).

Quadro 1 – Problemas solucionados pela Blockchain

Problemas identificados em cadeias de suprimentos	Consequências da aplicação do sistema Blockchain.
Inobservância do princípio da transparência nos processos.	Os processos se tornam visíveis a rede como um todo.
Atraso nas etapas da cadeia de suprimentos.	Em virtude da conexão advinda da rede blockchain, o fluxo financeiro e de produtos é otimizado.
Falha em obter rastreabilidade ponta a ponta.	Rastreio do fluxo de dados, permitindo determinar a origem dos materiais e produtos.
Deficiência nos processos de auditorias.	A rede blockchain é plenamente auditável, permitindo que diferentes membros verifiquem a veracidade das informações
Impossibilidade do fluxo de dados simultaneamente.	A troca de dados é estabelecida entre os membros, permitindo o fluxo constante de informações.
Falha em fornecer um fluxo de informações consistente e preciso.	Em virtude dos sistemas conectados, é possível ter informações precisas dos diferentes pontos da cadeia em tempo real.
Demora na detecção de problemas na ação e adaptação.	Graças a rede blockchain as informações necessárias se encontram disponíveis para uma ação e adaptação praticamente imediata.
Produção de serviços inadequados ou de baixa qualidade.	A rápida resposta a problemas detectados permite mitigar os danos, diminuindo o número de clientes afetados.
Falta de confiança entre os participantes da cadeia de suprimentos.	Para os varejistas a detecção da origem permite que seja determinada a veracidade do produto, com especial destaque a artigos de luxo, como pedras preciosas.

Operações manuais e baseadas em papel.	O sistema integrado, simplifica operações entre os membros, evitando o gasto em operações manuais.
Vulnerabilidade de segurança de sistemas de informação.	A integração dos sistemas permite que graças a criptografia blockchain aliada a expansão do tamanho da rede, o nível de segurança da cadeia como um todo seja ampliada.

Fonte: Organizado pelo Autor (2022)

A facilidade de identificação e autenticação dos documentos em uma rede blockchain se apresenta então como vantagem intrínseca, uma vez que o tempo necessário para tanto é reduzido drasticamente ao longo de toda a cadeia. O avanço da tecnologia e as novidades do mercado geram uma perspectiva futura animadora, principalmente quando levamos em conta que as possibilidades e restrições existentes tendem a ser superadas com o tempo, exemplo disso é visto no caso do Ethereum, que surge em 2015 como plataforma disruptiva em comparativo a blockchain previamente existente do Bitcoin, entretanto, ele mesmo possui certas limitações, visto que, apesar de ser a iniciativa que possui a maior comunidade de desenvolvedores, ainda se limita graças a utilização de uma linguagem de computação Solidity muito complexa, por outro lado, iniciativas posteriores como a plataforma Fabric e Corda já possibilitam a utilização de linguagens mais simples e difundidas como Java, Kotlin e Go (Blockchain Turkey Platform, 2019).

Quanto a ação de modo a combater o chamado efeito forrester, a partir dos dados auferidos foi possível mensurar um aspecto positivo em meio a implementação do sistema nas organizações, uma vez que permite a comunicação entre essas partes de maneira ágil no sentido de controle de estoque, além do que, graças aos avanços identificados durante a pesquisa, que permitem a execução de certas dinâmicas de caráter mais restrito a determinados participantes da operação, como os chamados contratos inteligentes, é possível a execução de operações e negociações de maneira mais ágil e evitando a dependência de organizações terceiras.

Durante a pesquisa foi possível identificar casos de sucesso para a implementação de um sistema blockchain na logística da cadeia de suprimentos da rede Walmart, assim, graças às possibilidades de aplicação logística na cadeia produtiva pode-se desenvolver uma sistemática de transparência e segurança efetiva, conectando prestadores de serviços logísticos, fornecedores, compradores entre outros membros da cadeia de suprimentos. Exemplo disto está no caso da Walmart e IBM, que desenvolveram um sistema voltado a cadeia de suprimentos com capacidade de rastreamento de um produto até a sua origem, deste modo, possibilitando a rastreabilidade ágil de ponta a ponta e o fluxo de dados simultaneamente, sanando a inobservância do princípio da transparência nos processos. Um comparativo feito pela equipe do Walmart constatou que enquanto anteriormente o rastreio de um produto até sua origem levava horas, demandando ainda ação direta da equipe, a atuação do sistema blockchain se mostrou uma solução eficaz para tanto em apenas 2,2 segundos, uma vez que os dados foram trabalhados no sistema, demonstrando o potencial de efetividade deste sistema (Walmart, 2021). Pensando nisso, temos um sistema permeado por uma segurança integrada ao blockchain aos membros da rede. Como abordado, a possibilidade de identificação e solução de problemáticas relacionadas a produtos de baixa qualidade, que podem ser trabalhadas com ação mais rápida e efetiva do que antes, permitindo assim uma maior confiança entre os participantes, além disso, a integração entre os sistemas de informação e quando necessário, o investimento para desenvolvimento de sistemas próprios para os participantes, através de uma atuação conjunta quando necessário.

As vantagens que surgem com a implantação das redes blockchain são extensas, entretanto, é necessário atenção a questão da escala a que essas redes podem atingir, uma vez que quanto maior é a rede blockchain mais espaço é necessário para sua aplicação e nesse

sentido o poder computacional para se ter acesso tende a ser superior, sendo esta preocupação vista na comunidade. É necessário ainda a atenção a fragilidade de um ataque a 51% da rede, que faz referência a um ataque que tome a maior parte da rede blockchain, levando a rede a estar sob controle de terceiros, embora tal ataque seja teoricamente possível, segundo Turglut (2019) não existem registros de um ataque bem-sucedido a este tipo de rede. A falta de uma gestão centralizada pode ainda se tornar um problema nos processos, e nesse sentido, é indicado que os esforços no desenvolvimento de novas plataformas de tecnologia no setor logístico levem em conta estes fatores de modo a assim conseguir atuar de maneira efetiva e sanar os problemas identificados no efeito chicote.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As redes blockchain são um destaque na possibilidade aplicação em diversos setores e para a logística da cadeia de suprimentos esse efeito é ainda maior, haja visto a capacidade de aprimoramento do tempo de resposta e integração dos dados de diferentes pontos da cadeia de suprimentos, integrando organizações e instituições variadas em um mesmo sistema.

Nesse sentido é possível concluir que a aplicação de redes blockchain em um sistema de uma cadeia de suprimentos é positiva para a organização, entretanto, visto suas limitações identificadas por ser uma tecnologia ainda recente, em conjunto com seu potencial a ser explorado é indicado que sejam mantidos os estudos na área de modo que iniciativas como as identificadas ao longo da pesquisa atuem para trazer maior efetividade e menor desperdício, assim como consequências positivas ao consumidor.

REFERÊNCIAS

AKKERMANS, H., & VOS, B. (2003). **Amplification in service supply chains: An exploratory case study from the telecom industry.** *Production and Operations Management*, 12(2), 204-223.

BAIÃO, Renata. **Lei Geral de Proteção de Dados, direito ao apagamento, correção dos dados e blockchain: análise da pertinência tecnológica.** *Cadernos Jurídicos*, São Paulo, ano 21, nº 53, p. 151-162, Janeiro-Março/2020.)

BARRA, G. M. J.; SILVA, R. O. **SUPPLYCHAINSUNAMI:O Efeito da COVID-19 na Gestão de Risco em Cadeias de Suprimentos Alimentares.** Disponível em: <https://trilhasdahistoria.ufms.br/index.php/EIGEDIN/article/view/11435/8211>. Acesso em: 23/10/2022

BLOCKCHAIN. Turkey Platform. **Plataforma de reconhecimento de fornecedor, relatório do grupo de trabalho de produção, logística e transporte da plataforma blockchain turquia**, fundação turca de informática, Istanbul, TBV, 2019.

BUTERIN, Vitalik. The business blockchain: promise, practice, and application of the next Internet technology. In: MOUGAYAR, William. **The business blockchain: promise, practice, and application of the next Internet technology.** Prefácio. Nova Jersey: John Wiley & Sons, 2016.

CHAGAS, Adônis; GOIABEIRA, Vinicius; PINHEIRO, Danilo. **Desenvolvimento de sistemas blockchain no contexto da supply chain como forma de combate ao efeito forester: uma revisão sistemática.** Não publicado, 2022.

- CROSON, R., & DONOHUE, K. (2006). **Behavioral causes of the bullwhip effect and the observed value of inventory information.** *Management science*, 52(3), 323-336.
- DE SOUSA, Angélica Silva; DE OLIVEIRA, Guilherme Saramago; ALVES, Laís Hilário. A pesquisa bibliográfica: princípios e fundamentos. **Cadernos da FUCAMP**, v. 20, n. 43, 2021.
- DISNEY, S. M., & TOWILL, D. R. (2003). **On the bullwhip and inventory variance produced by an ordering policy.** *Omega*, 31(3), 157-167.
- DISNEY, S. M., & TOWILL, D. R. (2003). **The effect of vendor managed inventory (VMI) dynamics on the Bullwhip Effect in supply chains.** *International journal of production economics*, 85(2), 199-215.
- FERREIRA, J. E.; PINTO, F. G. C.; Santos, S. C. **Estudo de mapeamento sistemático sobre as tendências e desafios do blockchain.** *Gestão.org. VI Simpósio Brasileiro de Tecnologia da Informação Vol. 15, Nº extra 6.* 2017
- GIL, Antônio Carlos. Como classificar as pesquisas. **Como elaborar projetos de pesquisa**, v. 4, n. 1, p. 44-45, 2002.
- HOLWEG, M., REICHHART, A., & HONG, E. (2011). **On risk and cost in global sourcing.** *International Journal of Production Economics*, 131(1), 333-341.
- HOLWEG, M., REICHHART, A., & HONG, E. (2011). **On risk and cost in global sourcing.** *International Journal of Production Economics*, 131(1), 333-341.
- IVANOV, D. (2018). **Supply Chain Risk Management: Bullwhip Effect and Ripple Effect.** In *Structural Dynamics and Resilience in Supply Chain Risk Management* (pp. 19-44). Springer, Cham
- KAHNEMAN, D., & LOVALLO, D. (1993). **Timid choices and bold forecasts: A cognitive perspective on risk taking.** *Management science*, 39(1), 17-31.
- KAYS, H. E., KARIM, A. N. M., HASAN, M., & SARKER, R. A. (2018). **Impact of initial level and growth rate in multiplicative HW model on bullwhip effect in a supply chain.** In *Data and Decision Sciences in Action* (pp. 357-368). Springer, Cham.
- LEE, H. L., PADMANABHAN, V., & WHANG, S. (1997). **Information distortion in a supply chain: the bullwhip effect.** *Management science*, 43(4), 546-558.
- LEE, H. L., PADMANABHAN, V., & WHANG, S. (1997). **Information distortion in a supply chain: the bullwhip effect.** *Management science*, 43(4), 546-558.
- LEE, H. L., PADMANABHAN, V., & WHANG, S. (1997). **The bullwhip effect in supply chains.** *Sloan management review*, 38(3), 93-103.
- LEE, H. L., PADMANABHAN, V., & WHANG, S. (1997). **The bullwhip effect in supply chains.** *Sloan management review*, 38(3), 93-103.
- MOUGAYAR, William. **The business blockchain: promise, practice, and application of the next Internet technology.** Nova Jersey: John Wiley & Sons, 2016.

NAKAMOTO, Satoshi. **Bitcoin paper**. Disponível em: https://bitcoin.org/files/bitcoin-paper/bitcoin_pt_br.pdf. Acesso em: 22/09/2022

NASCIMENTO, Daniela. **Tamanho do Blockchain Bitcoin atinge 300 Gigabytes**. Disponível em: <https://www.moneytimes.com.br/tamanho-do-blockchain-bitcoin-atinge-300-gigabytes/>. Acesso em: 22/11/2022

PONTEVES, Hadelin. EREMENKO, Kirill. **Blockchain A-Z. How to build your first blockchain**. Disponível em: Blockchain A-Z™: Learn How To Build Your First Blockchain. Acesso em: 22/09/2022

PREUKSCHAT, Alexander Et al. **Blockchain: A revolução industrial da internet**. Barcelona: Géstion 2000, 2017.

SRISTY, Archana.. **Blockchain in the food supply chain**. Disponível em: https://one.walmart.com/content/globaltechindia/en_in/Tech-insights/blog/Blockchain-in-the-food-supply-chain.html. Acesso em:29/11/2022

TEKTAŞ, Berna; KIRBAÇ, Gökhan. LOJİSTİK SEKTÖRÜNDE BLOKZİNCİRİ TEKNOLOJİSİNİN KULLANILMASINA YÖNELİK BİR VAKA ANALİZİ İNCELEMESİ VE LOJİSTİK ŞİRKETİ UYGULAMASI. **Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, v. 25, n. 3, p. 343-356, 2020.

TURGUT, Mohammed. **Blockchain Technology in Supply Chain**. The Journal of International Scientific Researches. 4(2), 121-134.

WHAT is ethereum. Disponível em: <https://ethereum.org/pt-br/what-is-ethereum/>. Acesso em: 25/11/2022.

WU, D. Y., & KATOK, E. (2006). **Learning, communication, and the bullwhip effect**. **Journal of operations management**, 24(6), 839-850.