



Reynaldo Dezen Lima

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

BLOCKCHAIN: conceito e aplicações

Orientador: Marco Antonio Costa da Silva

Naviraí-MS

2022



BLOCKCHAIN: conceito e aplicações

RESUMO

O objetivo deste artigo foi analisar a utilização da tecnologia de *blockchain* para novas formas de negócios. Para tanto, foi utilizado como método de coleta de dados, a revisão da literatura em artigos de revista científicas, e dados presentes em órgãos relevantes da área. A partir da análise de dados constatou-se que a aplicação da tecnologia em vários setores de atividades, são elas: finanças, segurança, autenticação, arte e computação. Observou-se que a produção de literatura sobre a temática no meio acadêmico geralmente tem como foco outros tipos de tecnologias já estudadas na área de computação. Muito do que é pesquisado sobre a *blockchain* é produzido fora da academia. Ressalta-se que a literatura científica sobre o tema é produzida por pesquisadores internacionais e que no Brasil existem poucas pesquisas sobre a tecnologia *blockchain*.

Palavras-chave: *Blockchain*; Revisão Sistemática; Negócios.

1. INTRODUÇÃO

Criado em 2008 por autor anônimo que utiliza o pseudônimo de Satoshi Nakamoto, a *blockchain* surgiu como um protocolo de transação descentralizado que utiliza a rede *peer-to-peer* com participantes não-confiáveis, sem depender de uma autoridade central. A utilização dessa tecnologia permite o compartilhamento seguro e descentralizado de informações sem a dependência de terceiros (NAKAMOTO, SATOSHI, 2008).

Aitzhan e Svetinovic (2006) explicam a *blockchain* como uma cadeia cronologicamente ordenada de blocos protegidos pela resolução chamada de *Proof-of-Work*. O encadeamento é feito adicionando o *hash* do bloco anterior ao bloco atual. O alinhamento dos blocos de forma cronológica faz com que uma transação não possa ser alterada com antecedência sem alterar seu bloco e todos os blocos a seguir.

Esse arranjo de informações permite a segurança e descentralização de dados sem a necessidade de um banco de dados central e pode ser expandido para várias áreas em que a troca de dados e informações é vital. Pessel (2021. p. 280) explica que

Uma *blockchain* é um protocolo de troca de valor, o qual confirma que cada unidade de valor foi transferida apenas uma vez; esta qualidade remove a característica de reprodutibilidade infinita de um ativo digital.

Ciccarino e Araki (2017) explicam os pontos que fazem a *blockchain* ser um fator de mudança de competição, são eles: 1) a *blockchain* atua principalmente na falha de mercado resultante do custo de transação; 2) como forma de tecnologia pode afetar o balanço e funcionamento de diversas indústrias; 3) a *blockchain* pode reduzir a barreira de entrada, democratizar o acesso a recurso; 4) pode ser usada na estratégia de sobrevivência, já que a *blockchain* em determinadas situações pode fornecer a análise e proteção contra riscos nas transações e melhor gestão da assimetria de informações.

Para Lucena e Henrique (2016) a *blockchain* inicialmente se destinava apenas a transações financeiras de criptomoedas, contudo, verificou-se que além de desempenhar o papel de um livro razão de uma criptomoeda, também pode ser utilizada nas seguintes áreas: a) Sistema Financeiro; b) Armazenamento de dados; c) Distribuição de mídias; d) Votação eletrônica; e e) Identificadores pessoais.

Guinard e Ogée (2019), do Fórum Econômico Mundial, apontam que até o ano de 2027, 10% do Produto Interno Bruto (PIB) global estará armazenado em *blockchain*. Ressalta-se que o desenvolvimento de novas tecnologias de virtualização auxilia no aumento da segurança e/ou na mitigação dos problemas do impacto de uma parada total. O empenho em analisar a

preocupação com a *blockchain*, facilita a criação da garantia da disponibilidade dessas tecnologias em várias áreas de atuação da economia e indústria.

Considerando a importância e o potencial de transformação da *blockchain* nas diversas áreas, este trabalho tem como objetivo analisar a utilização da tecnologia de *blockchain* para novas formas de negócios.

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para consecução do objetivo foi realizado uma revisão de literatura. Segundo Dresch et al. (2015) a revisão sistemática é utilizada para mapear estudos primários sobre um determinado tema e avaliar criticamente a literatura e consolidar os resultados de estudos relevantes

Com a realização da revisão da literatura, foram identificadas publicações científicas que tratam sobre a aplicação da *Blockchain* no desenvolvimento de novas tecnologias que estão presente no mercado e sua relação com temas como: criptomoedas, *cloud computing*, *internet of things*, *smart contracts*, governança descentralizada, direitos autorais e finanças descentralizadas. Buscou-se ainda o estabelecimento de relações entre suas diversas características e a quantidade de artigos citados.

Realizou-se o mapeamento de artigos científicos publicados entre os períodos de 2009 até 2022 em periódicos e anais de eventos científicos indexados nas bases de dados *Google Scholar* e no *Jornal Científico IEEE*. A escolha das bases se deve ao fato ambas possuem uma larga base de dados e confiabilidade com relação à publicação científica.

No *Google scholar*, foi desmarcado a opções de patentes e citações desse modo, e selecionado apenas o título da pesquisa, buscando a palavra “*blockchain*”. Retornou um resultado de 35.200 publicações. Enquanto no *IEEE Acess* foram encontrados 8.413 resultados.

Quando utilizado o termo “*bitcoin*” no *google scholar* desmarcando citações e patentes e utilizando a pesquisa avançada para selecionar artigos com apenas o termo de pesquisa no título, foram encontrados 8.490 resultados enquanto na *IEEE Acess* foram achados 554 resultados. Utilizando os mesmos critérios para a palavra “*cryptocurrencies*” foram encontrados 344 resultados no *IEE Acess* e 2.550 no *Google scholar*.

Para levantar o resultado das tecnologias baseadas na *blockchain* apresentadas nesse trabalho foram utilizados os seguintes descritores: *blockchain + internet of things*, *blockchain + cloud Computing*, *blockchain + decentralized finances*, *blockchain + non-fungible token (NFT)*, *blockchain + smart contracts*.

3. REVISÃO LITERATURA

Levantamento de textos conforme as palavras-chave pesquisadas identificou um conjunto de informações que são apresentadas nas tabelas 1 e 2.

A tabela 1 apresenta os descritores utilizados e os resultados encontrados na IEEE Access usando a pesquisa avançada para filtrar apenas o título do documento publicado.

Tabela 1 – Descritores utilizados na IEEE Access

Termo de pesquisa	Resultados
<i>blockchain internet of things</i>	284
<i>Blockchain cloud computing</i>	58
<i>Blockchain decentralized finance</i>	3
<i>Blockchain smart contract</i>	287
<i>Blockchain non-fungible token (nft)</i>	3

A tabela 2 apresenta os descritores utilizados e os resultados encontrados no *google scholar* usando a pesquisa avançada para busca pelas palavras exatas dos tópicos presente títulos dos artigos publicados.

Tabela 2 – Descritores utilizados no *google scholar*

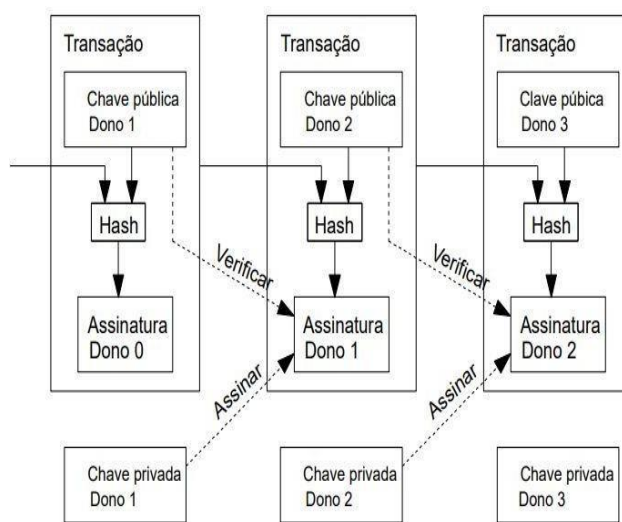
Termo de pesquisa	Resultado
<i>blockchain internet of things</i>	196
<i>Blockchain cloud Computing</i>	26
<i>Blockchain decentralized finance</i>	07
<i>Blockchain smart contract</i>	229
<i>Blockchain non-fungible token (nft)</i>	01

Como se constata a partir das tabelas 1 e 2, a produção de pesquisas sobre blockchain retornou um número importante de trabalhos. Com base na quantidade de artigos apresentados nas tabelas é possível concluir que as criptomoedas, com a ênfase na bitcoin, inauguraram ao mundo o potencial da tecnologia *blockchain*. A análise da literatura evidenciou o aumento das pesquisas sobre a tecnologia trazendo mudanças importantes no mercado financeiro. A seguir é realizada uma discussão a partir dos textos encontrados.

A tecnologia criada em 2008 pelo autor anônimo que utiliza o pseudônimo de Satoshi Nakamoto e publicada no artigo: *Bitcoin: A Peer-to-Peer Eletronic Cash System* (NAKAMOTO, 2008). *Blockchain* surgiu como uma proposta de criar um protocolo de pagamento digital descentralizado, que não dependesse a confiança de terceiros, mas sim da prova criptografia para que as transações fossem validadas.

Essa validação não é feita por um órgão central, mas sim, por diversos indivíduos que estão conectados na rede. Nakamoto (2008) explica que assim que o esforço para fazer a prova de trabalho tenha sido despendido, para alterar o bloco é preciso refazer todo trabalho. Como cada bloco está encadeado a outro bloco, isso significa que para alterar um único bloco seria preciso de alterar todos os demais, o que necessitaria de mais da metade do poder computacional envolvido. A figura 1 apresenta a estrutura do *blockchain*.

Figura 1 – Sistema de transação da Blockchain.



Fonte: Nakamoto, Satoshi (2008)

De acordo com Nakamoto (2008, p.4)

A decisão da maioria é representada pela cadeia mais longa, que tem o maior esforço de prova-de-trabalho investido nela. Se a maioria do poder de CPU é controlado por nós honestos, a cadeia honesta vai crescer mais rápido e superar quaisquer cadeias concorrentes.

Isso é conhecido como mineração que Boff e Ferreira (2016) descrevem como um processo de validação de transações em blockchain. Os usuários dos sistemas de mineração que validam as transações são denominados mineiros que, essencialmente, são computadores dos próprios usuários da rede.

Uma questão importante sobre *blockchain* é que autor nunca reivindicou direitos autorais sobre a tecnologia, permitindo que qualquer pessoa possa utilizar a *blockchain* e, portanto, criar/desenvolver suas próprias redes separadas atendendo a peculiaridades. De fato, foi o que ocorrer com criação de um conjunto importante de criptomoedas diferentes.

De acordo Tapscott & Tapscott (2017) o blockchain apresentam inúmeras vantagens em sua utilização, conforme quadro 1.

Quadro 1 – Vantagens da utilização do blockchain

Tipo	Características
Descentralização	o <i>blockchain</i> é executado em computadores de voluntários e não depende de um intermediário para assegurar a operação
Criptografia	dados altamente criptografados garantem a segurança dos dados
Público	o código é aberto, as operações não dependerem de uma instituição para validá-las e podem ser facilmente rastreadas
Inclusão	o código é aberto, as operações não dependerem de uma instituição para validá-las e podem ser facilmente rastreadas
Imutável	após a validação da transação, o registro não pode ser alterado
Histórica	ele pode guardar todas as transações efetuadas, assim, para alterar uma transação é necessário alterar todas as transações posteriores

Fonte: Tapscott & Tapscott (2017).

Por conta dessas qualidades, o protocolo da blockchain é bastante versátil e é aplicável em várias áreas. A seguir são apresentadas algumas aplicações.

a) Bitcoin e criptomoedas.

O Bitcoin e as criptomoedas são o meio mais conhecido do uso da blockchain e tem o objetivo de ser um token digital para atender todas a característica de uma moeda, que nas palavras de Pelucio-Grecco, Santos Neto e Constâncio (2020, p. 281) são

As moedas virtuais podem não ter todas as características de uma moeda clássica, porém, têm características comuns essenciais, como meio de troca, medida comum de valor e padrão de valor de troca. As divergências entre as moedas virtuais e as clássicas são: (i) não ter um banco central; e (ii) não ter uma forma física. Mas as moedas virtuais apresentam uma forma de distribuição e criação extremamente regulada, gerando credibilidade.

Um dos motivos para o surgimento das criptomoedas pode ser descrito como: “Uma razão importante por trás do surgimento das moedas virtuais foi o desejo de criar um sistema que possibilite transações rápidas e baratas, não tendo necessidade de um terceiro, como um

banco ou um intermediador financeiro” (PELUCIO-GRECCO; SANTOS NETO; CONSTÂNCIO, 2020, p. 277).

Segundo o site *Coinmarketcap* (2020), um dos principais sites sobre cotação de criptomoedas, a capitalização de mercado global das criptomoedas, atingem um total 2,61 trilhões de dólares, sendo a Bitcoin responsável por 41,7% do mercado, o que equivale a 1,09 trilhões de dólares, seguido pela moeda Ethereum que domina 19% do mercado que o que equivale a 514,94 bilhões de dólares.

b) Smart contracts

Gomes (2018) Descreve os smart contracts como uma das formas mais avançadas do uso da *blockchain*, explicando-os como: algoritmos informáticos que executam automaticamente os termos contratuais, verificadas as condições previamente programadas.

Nas palavras de Pesserl “*Smart contracts* são protocolos de computador projetados para facilitar, verificar e impor automaticamente a negociação e implementação de contratos digitais, sem autoridades centrais” (2021, p. 281). Isso permite a resolução de diversos problemas, que é explicado nas palavras de Silveira et al. (2019, p.6): “Os *smart contracts* podem facilitar a realização de transações entre organizações e pessoas, a exemplo de escritórios de advocacia, imobiliárias, cartórios de registros, entre outras empresas no tocante ao uso de contratos”

Outra função presente é na facilitação do comercio internacional, como descrito por Gomes (2018) que explica que os *Smart contracts*, podem eliminar diversos problemas do comercio internacional. A *blockchain* permite que os bens transacionados sejam monitorados durante o envio, são facilitados os procedimentos de verificação da entrega e de autenticação e, sobretudo, ocorre uma redução de tempo, dos custos e das incertezas das transações financeiras.

Pesserl (2021) explica que *o machine learning* permite que o smart contracts usem dados de exemplos anteriores para aumentar o desempenho e criando novos modelos, sejam eles preditivos ou descritivos.

c) Cloud Computing

Para Fang et al. (2016) conceito de *Cloud Computing* pode ser entendido como uma ferramenta que permite o acesso a uma plataforma compartilhada de informações computacionais configuráveis que podem ser rapidamente acessadas, transferidas e comunicadas por meio das redes, servidores, nuvem de armazenamento, aplicativos, entre outros. Fontalba e Matheus (2019, p. 9) explicam que

Muitas empresas ainda dependem de terceiros para o armazenamento de informações, seja em data center ou em Cloud Computing e mesmo aquelas que não dependem de terceiros tem que lidar com a falta de transparência e centralização de dados”.

Para Bodkhe et al (2020) um banco de dados centralizado, possui um alto custo, além de capacidade restrita de armazenamento e de poder computacional. Na tecnologia de *blockchain* distribuída, os “nós” tem conectividade mínima e ainda assim, a rede permanece confiável e segura. Com a computação distribuída, a utilização da capacidade de computação disponível é aumentada para bilhões de transações independentemente da localização dos dispositivos.

Tendo em vista a qualidades da *blockchain*, utilização do protocolo na *Cloud Computing* poderia permitir maior segurança e confiabilidade em um banco de dados que não está centralizado, com custos muito menores.

d) IOT (internet of things)

Crosby (2016) explica que a rede *IOT* tem se tornando cada vez mais popular entre empresas e consumidores. Porém tem como desafio os cenários em que é necessário a troca de informações anônimas. Para o autor, a tecnologia do blockchain pode contribuir para facilitar a criação de uma rede *IOT* descentralizada, com maior segurança nas trocas de dados entre dispositivos e maior confiança na veracidade dos dados.

De acordo com Liu et al. (2019) a rede *IOT*, dispositivos inteligentes (por exemplo, equipamentos industriais, veículos, drones, vigilância, etc.) utilizam sensores para captar informações externas e para que esses dados sejam compartilhados de maneira eficiente. A blockchain tem o papel de armazenar e buscar dados para o registro distribuído enquanto os dispositivos inteligentes continuamente criam esses dados.

Furtado et al. (2018) explica que o blockchain é dividido em três grupos: consorcio, privado e público. No público, todos tem direito a validar uma transação. No privado, somente um nó ou conjunto de nós pré-determinados podem validar as transações e no modelo de consorcio somente alguns nós podem validar as transações. Os dois últimos modelos oferecem maior e melhor eficiência energética e computacional que o do tipo público.

Cao et al. (2020) propõem a otimização da internet das coisas se baseando na *blockchain* privada, pois segundo os autores é possível aplicar o conceito de *blockchain* privada na *IOT*, sob a premissa de melhorar a descentralização, bem como reduzir o custo e latência do sistema.

e) *NFT (non-fungible token)*

NFT (non fungible token) que pode ser traduzido como token não fungível. Chen et al (2021) descrevem a *NFT* como uma criptomoeda derivada dos *smart-contracts* da rede *Ethereum* e que se diferencia de outras criptomoedas convencionais, tais como a bitcoin pelo fato de cada *NFT* ser única e não poder ser trocada igualmente por outra, ou seja, não fungível. Isso permite com que a *NFT* possa ser usada para provar a existência e a propriedade de bens digitais tais como artes, desenhos, músicas ou vídeos.

Nas palavras de Pesserl:

Digamos que determinado artista resolva lançar uma edição limitada de 100 *NFTs* de sua nova obra de arte: ele está gerando escassez daquele produto no ambiente digital, caracterizado pela facilidade de cópia, e atraindo o interesse de fãs, colecionadores e investidores na aquisição daquele produto único (2021, p. 257).

Na percepção de Pesserl (2021), as *NFTs* constituem informação registrada na blockchain que permite ao emissor se qualifique como detentor de direitos autorais, este pode oferecer para terceiras condições de utilização de suas obras. Isso permite que o token adquira uma nova dimensão na gestão direta dos direitos autorais.

Alessandretti et al. (2021) afirma que o mercado de *NFT* é muito novo, com apenas 4 anos de existência, tendo sua expansão apenas na segunda metade de 2016. Para os autores, os itens negociados no mercado de *NFT* são organizados em coleções, conjuntos de *NFTs* que, na maioria dos casos, compartilham alguns recursos comuns. As coleções podem ser de natureza muito diferente, desde conjuntos de objetos colecionáveis cartas, a seleções de obras de arte, a espaços virtuais em jogos online.

O mercado seguiu um rápido crescimento em 2017 até meado de 2016, com aumento das transações diárias de 60,000 mil dólares para R\$800 milhões no ano de 2016

f) *Finanças Descentralizadas*

Com o avanço da tecnologia da blockchain, e sua característica de descentralização, o conceito se expandiu pela tecnologia via smart contracts e através das economias pelas criptomoedas.

Para Miranda e Zuchi (2018), as Finanças Descentralizada são conhecidas também conhecida como *DeFi (Decentralize Finance)*. Os autores explicam que essa tecnologia cria uma expectativa muito grande na indústria financeira, para a criação de um sistema rápido de ordens de pagamento e transferências bancárias internacionais baseado em blockchain. Isso

acontece devido a centralização de poder como a rede do *Western Union* e do *SWIFT* (sigla em inglês que significa Sociedade de Telecomunicações Financeiras Interbancárias Mundiais).

Arne, Buckley e Zetsche (2020) explicam que a *DeFi* apresenta uma visão de mundo em que a tecnologia substitui as falhas humanas presentes nas instituições financeiras. Os autores ressaltam que para as transações financeiras e contratos acontecerem é necessário que uma única instituição tenha o controle e influência sobre as demais para que possa atender os clientes.

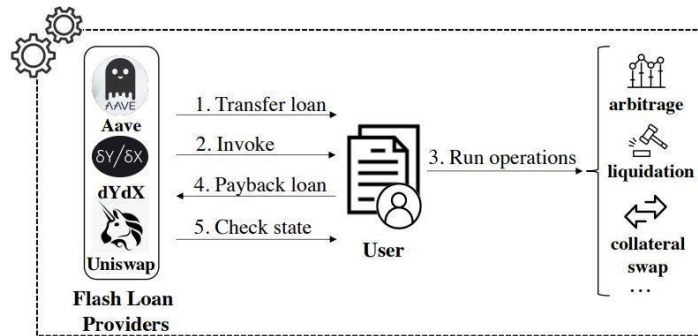
Conforme destacaram Arne, Buckley e Zetsche (2020), o aumento da capacidade de processamento, armazenamento e tamanho de banda, ou seja, da velocidade da internet, está permitindo o potencial para a descentralização das finanças. Com a inteligência artificial e blockchain, nuvem e dados fornecem o ambiente tecnológico propício para a evolução do conceito de *DeFi*.

Lin et al. (2020), explicam que o conceito de *DeFi*, também surge o conceito de empréstimo rápido (*flash loan*). De acordo com os autores, para solicitar um empréstimo nas plataformas *DeFi*, o usuário geralmente precisa depositar ativos com sobrecolateralização. O emissor respalda um empréstimo com ativos ou garantias cujo valor é superior ao do empréstimo. Isso limita o risco de crédito para o credor e melhora a classificação de crédito atribuída ao empréstimo. No entanto, uma nova funcionalidade chamada *Flash Loan* é desenvolvida para permitir um serviço de empréstimo sem garantia. Além disso, uma quantidade considerável de ativos pode ser "generosamente" emprestados aos usuários por *Flash Loan*, desde que os ativos emprestados possam ser pagos de volta na transação atual, caso o contrário, a plataforma reverterá instantaneamente a transação para obter os bens emprestados de volta.

A figura 2 exemplifica o funcionamento das *flash loans*. Existem duas entidades, os provedores de débito e o usuário que pede o empréstimo. Para que o empréstimo seja feito é preciso que o usuário gere um smart contracts, O contrato de um usuário geralmente inclui três partes: 1) emprestar o(s) empréstimo(s) de provedores de Empréstimo *Flash*, 2) interagir com outros contratos inteligentes e 3) devolver o(s) empréstimo(s) no tempo estimado. uma vez completa a execução, os usuários têm a devolver os bens emprestados com ou sem taxa de Empréstimo cobrado por Provedores do empréstimo. Finalmente, os Provedores de Empréstimo verificarão seu equilíbrio.

De acordo com os autores, o *Flash Loan* pode ser usado para fins legítimos, como arbitragem, liquidação, etc. Além disso, o *Flash Loan* também pode se tornar uma faca afiada, já que permite ataque e especulação financeira dentro do sistema de criptomoeda.

Figura 2 – Estrutura de Funcionamento do *Flash Loan*.



Fonte: Lin et al (2020).

Lin et al. (2020) explicam que o *Flash Loan* tem desvantagens, por exemplo uma operação de lavagem onde grupos de negociações podem aumentar o volume de negociação no ativo ou plataformas. Explicam que a operação de lavagem pode facilmente enganar os usuários a realizar operações financeira nos criptoativos e plataformas visados. Com o *Flash Loan*, os operadores podem manipular o mercado sem grande capital.

De um modo geral, a arbitragem em *DeFi* é um comportamento para obter benefícios à negociação entre plataformas que fornecem preços diferentes para um ativo. Como o mercado *DeFi* reage mais lentamente aos eventos que acontecem na rede do que o mercado do mundo real, os comerciantes podem aproveitar das ineficiências do mercado para comprar e vender os criptoativos a um preço diferente para obter benefícios financeiros.

Para Varma (2019) a liquidação é um comportamento lançado pelo liquidante para comprar ativos subgarantidos das plataformas de empréstimo. Existem dois classes de liquidação (Preço Fixo e Leilão) envolvendo três funções (plataformas, liquidatários e depositários de garantias). Por preço fixo licitações, as plataformas de empréstimos como permitem que os liquidatários comprem ativos subgarantidos de detentores de garantias com um desconto específico. As plataformas de empréstimo aplicarão uma quantia fixa de multa de liquidação para detentores de garantias como é explicado nas palavras de Lin et al (2020).

Alternativamente, outra as plataformas permitem que os liquidatários possam competir nos ativos subgarantidos do detentor como um leilão. Os vencedores, que pagam a taxa de transação mais alta para iniciar suas transações, podem comprar as garantias subgarantidas com

desconto. Isso permite qualquer um se tornar um liquidador para fazer lucros sem muito capital, comprando os ativos subgarantidos com um desconto específico.

4 CONCLUSÕES

A pesquisa realizada envolveu a realização de revisão da literatura sobre a tecnologia da *blockchain* e suas ramificações. Foram avaliadas as publicações científicas desde as aplicações em Bitcoin, criptomoedas a outras áreas da tecnologia que se fundem com o conceito de *blockchain*.

Os resultados apontaram ainda muitos artigos sobre *smart contracts*. Vale apenas destacar que os demais conceitos da aplicação da tecnologia da *blockchain* se apoiam na ideia de *smart contracts*, já que a *blockchain* é em última análise, um sistema contábil que evita quaisquer formas de duplicação de informações.

Quando se utiliza esses conceitos para além da validação das criptomoedas, ou seja, o usando para realizar envios e recebimentos de entrada e saídas de informação com segurança e confiabilidade sem necessidade de confiar em um terceiro. Tal perspectiva demonstra a tecnologia permite a flexibilidade da *blockchain* para a utilização e validação em outras áreas. O que significa que quase todo o resto da tecnologia apresentada nesse artigo como *cloud Computing*, *internet of things*, *DeFi* e *NFT (non fungible tokens)* sejam uma subdivisão e variação da utilização dos *smart contracts* aplicado a suas determinadas áreas.

Porém, é possível observar que apesar de sua aplicação extremamente ampla a quase todas as áreas, a resposta acadêmica de publicações científicas sobre o assunto é limitada se comparado as criptomoedas e o bitcoin.

Nos artigos investigados, os textos sobre *Internet of things* e *Cloud Computing* são os mais destacados. Isso pode significar que a produção acadêmica de área de tecnologia tem buscado conciliar o conceito de *blockchain* com *Cloud Computing* e *internet of things* para que a *blockchain* possam atuar como um solucionador do atual problema de confiabilidade e custo de ambas as tecnologias a longo prazo.

Por outro lado, os artigos que menos apresentam resultados são os sobre *DeFi* e *NFT*, porque ambos são conceitos novos na área que surgem totalmente a partir da tecnologia de *blockchain*, enquanto a *IoT* e *Cloud Computing* são tecnologias mais antigas e, portanto, mais presentes no meio acadêmico.

Isso permite chegar à conclusão que existe um grande *gap* entre o que está sendo produzido no meio acadêmico sobre a *blockchain* e o que está sendo produzido de fato na área. A tecnologia ainda é nova e sua presença do meio acadêmico ainda vai requerer longos passos e reflexões em diversas áreas de atuação. Uma constatação importante é que a literatura produzida sobre a tecnologia *blockchain* não é produzida no Brasil o que abre importantes frentes para estudos sobre a tecnologia no país.

REFERÊNCIAS

- AITZHAN, N. Z.; SVETINOVIC, D. Security and Privacy in Decentralized Energy Trading through MultiSignatures, Blockchain and Anonymous Messaging Streams. IEEE Transactions on Dependable and Secure Computing, Outubro 2016
- ANTE, Lennart. The non-fungible token (NFT) market and its relationship with Bitcoin and Ethereum. Available at SSRN 3861106, 2021.
- Bodkhe, U., Tanwar, S., Parekh, K., Khanpara, P., Tyagi, S., Kumar, N., & Alazab, M. (2020). Blockchain for industry 4.0: A comprehensive review. *IEEE Access*, 8, 79764-79800.
- Cao, B., Wang, X., Zhang, W., Song, H., & Lv, Z. (2020). A many-objective optimization model of industrial internet of things based on private blockchain. *IEEE Network*, 34(5), 78-83.
- Ciccarino, I., and Araki, M. E. 2017. "Blockchain como um fator de mudança na competição e no arranjo econômico de oportunidades," In XX Seminários em Administração (SEMEAD), São Paulo.
- Coinmarketcap, 2021. Charts. Disponível em: < <https://coinmarketcap.com/pt-br/charts/>>. Acesso em: 23 de set. 2021
- de Lucena, A. U., & Henriques, M. A. A. (2016). Estudo de arquiteturas dos blockchains de Bitcoin e Ethereum.
- DE MIRANDA, Júlio César; ZUCHI, Jederson Donizete. TECNOLOGIA BLOCKCHAIN: a disrupção na indústria financeira. *Revista Interface Tecnológica*, v. 15, n. 2, p. 457-469, 2018.
- Dresch, A., Lacerda, D. P., & Antunes, J. A. V., Jr. (2015). *Design Science Research: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia*. Porto Alegre: Bookman
- FANG et al. Case Study of BIM and Cloud-Enabled Real-Time RFID Indoor Localization for Construction Management Applications. *Journal of Construction Engineering and Management*, v. 142, n. 7, 2016.
- FIN-2013-G001. Application of FinCEN's Regulations to Persons Administering, Exchanging, or Using Virtual Currencies. 18, Mar. 2013. Disponível em: http://fincen.gov/statutes_regs/guidance/html/FIN-2013-G001.html. Acesso em 23 Nov. 2022.
- FONTALBA, Paulo Lima E. Matheus. *Uma Experiência Blockchain*. Clube de Autores, 2019.
- GREVE, Fabíola Greve et al. *Blockchain e a Revolução do Consenso sob Demanda*. Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos (SBRC) -

Minicursos, [S.l.], may 2018. Disponível em:

<<http://143.54.25.88/index.php/sbrminicursos/article/view/1770>>. Acesso em: 20 oct. 2021.

Guinard, Dominique. Ogée, Adrien. Blockchain is not a magic bullet for security. Can it be trusted? Weforum.org, 2019. Disponível em:

<<https://www.weforum.org/agenda/2019/08/blockchain-security-trust/>> Acesso em: 19 de Nov 2022

KATORI, Fernanda Yumi. Impactos das Fintechs e do Blockchain no sistema financeiro: uma análise crítico-reflexiva. 2017.

Liu, M., Yu, F. R., Teng, Y., Leung, V. C., & Song, M. (2019). Performance optimization for blockchain-enabled industrial Internet of Things (IIoT) systems: A deep reinforcement learning approach. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 15(6), 3559-3570.

MENDANHA, Gabriel Oliveira. Assegurando a propriedade e imutabilidade de documentos digitais: uma prova de conceito utilizando blockchain. 2017.

NADINI, Matthieu, et al. Mapping the NFT revolution: market trends, trade networks, and visual features. *Scientific Reports*, v. 11, n. 1, p. 1-11, 2021.

NAKAMOTO, Satoshi. Re: Bitcoin P2P e-cash paper. *The Cryptography Mailing List*, 2008.

Pesserl, A. (2021). NFT 2.0: blockchains, mercado fonográfico e distribuição direta de direitos autorais. *Revista Rede de Direito Digital, Intelectual & Sociedade*, 1(1), 255-294.

TAPSCOTT, D.; TAPSCOTT, A. *Blockchain Revolution: How the Technology Behind Bitcoin Is Changing Money, Business, and the World*. Nova York: Penguin, 2016

VARMA, Jayanth Rama. Blockchain in finance. *Vikalpa*, v. 44, n. 1, p. 1-11, 2019.

WANG, Dabao, et al. Towards understanding flash loan and its applications in defi ecosystem. *arXiv preprint arXiv:2010.12252*, 2020.

WANG, Qin, et al. Non-fungible token (NFT): Overview, evaluation, opportunities, and challenges. *arXiv preprint arXiv:2105.07447*, 2021.

ZETZSCHE, Dirk A.; ARNER, Douglas W.; BUCKLEY, Ross P. Decentralized finance. *Journal of Financial Regulation*, v. 6, n. 2, p. 172-203, 2020.

ZETZSCHE, Dirk A.; ARNER, Douglas W.; BUCKLEY, Ross P. Decentralized finance. *Journal of Financial Regulation*, v. 6, n. 2, p. 172-203, 2020.