

# **Blockchain e sustentabilidade: estudo sobre os impactos ambientais apresentados**

## **Blockchain and sustainability: study on the environmental impacts presented**

**Gislene Franco Lobato de Faria \***

### **RESUMO**

O presente estudo teve como principal objetivo analisar o impacto ambiental que a tecnologia *blockchain* - utilizada pelos ativos digitais provoca, buscando, outrossim, entender sobre o funcionamento das criptomoedas, suas variações e particularidade de alguns destes ativos financeiros, especialmente em relação ao consumo de energia despendido para sua mineração e certificação. Este trabalho foi realizado buscando oferecer soluções legais que visem forçar a utilização de tecnologias limpas e/ou renováveis e verdes a fim de mitigar o impacto ambiental sem reduzir a segurança do algoritmo, com base em fundamentação teórica e conclusões qualitativas.

**Palavras – chave:** Impacto. Ambiental. Criptomoedas. Blockchain.

### **ABSTRACT**

The main objective of this study was to analyze the environmental impact that blockchain technology - used by digital assets causes, seeking, moreover, to understand the functioning of cryptocurrencies, their variations and the particularity of some of these financial assets, especially in relation to energy consumption.

---

\* Bacharela em Direito pela Faculdade Divinópolis – FACED/UNA.

\*Assessora de Juiz – Tribunal de Justiça do Estado de Minas Gerais – TJMG. *E-mail:* gislene.faria@tjmg.jus.br

expended for its mining and certification. This work was carried out seeking to offer legal solutions that aim to force the use of clean and/or renewable and green technologies in order to mitigate the environmental impact without reducing the security of the algorithm, based on theoretical foundation and qualitative conclusions.

**Keywords:** Impact. Environmental. Cryptocurrencies. Blockchain.

## 1 INTRODUÇÃO

As criptomoedas vêm apresentando um crescimento exponencial desde que surgiram no mercado internacional em 2008, com a Bitcoin, e, desde então, os seus impactos ambientais vêm trazendo preocupação na comunidade internacional, diante do alto gasto energético para manter seus sistemas em funcionamento. Com isto, esse trabalho visa entender sobre o funcionamento destes ativos financeiros e buscar alternativas que ajudem a torná-los mais ecológicos, vez que o sistema de *blockchain* por eles utilizado, consome muita energia elétrica para que as transações sejam processadas através do sistema de mineração, que é o método criado para a captação de criptomoedas. Portanto, esta pesquisa tem por escopo trazer luz ao debate de como o sistema atual necessita de mudanças para que os criptoativos se tornem mais sustentáveis ao meio ambiente, apontando novos métodos que estão despontando para que a manutenção dessas moedas sejam viáveis no mercado, sem esquecer o lado sustentável e ecológico.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para melhor analisar o impacto ambiental provocado pela tecnologia utilizada pelas criptomoedas, pretende-se neste capítulo discorrer sobre assuntos relevantes como a conceituação do *blockchain* e sua importância para o funcionamento dos criptoativos, para, ao final, discorrer sobre os impactos ambientais por ele provocados.

## 2.1 CRIPTOMOEDAS

Em 2008 surgiu um novo ativo digital: as Criptomoedas, que são moedas digitais que podem ser livremente transacionadas e usam criptografias para validar ações financeiras através de tecnologias algorítmicas de verificação por pares.

Entretanto, a legislação brasileira ainda não reconhece essas moedas como ativos financeiros, embora na prática seus usuários assim as utilizem, com a finalidade precípua de realizar transações financeiras.

Essa moeda é um tipo de ativo que existe somente no meio digital, ou seja, não há característica física nele. (NORD RESEARCH, 2023)

Para Kovacs (2021), “Uma criptomoeda é uma moeda digital ou virtual protegida por criptografia, que torna quase impossível falsificar ou gastar o dobro.” E complementa que são redes descentralizadas baseadas na tecnologia *blockchain*, que funciona como um livro registro distribuído e fiscalizado por redes de diferentes computadores.

Uma característica que define as criptomoedas é que geralmente não são emitidas por nenhum controle central, o que as torna, teoricamente, imunes à interferência ou manipulação do governo.

Para Girard (2018), o conceito de criptomoedas é definido como uma forma de dinheiro eletrônico, sendo a unidade de valor estabelecida entre os envolvidos na transação, seguindo regras específicas, independente da validação de bancos centrais.

De acordo com Santos, Souza e Costa (2021), as criptomoedas surgiram em 2008, com o Bitcoin, tendo a proposta de substituir o dinheiro físico por uma moeda digital e buscar sua descentralização, o que significa dizer que elas não são controladas por uma instituição financeira, a exemplo do Banco Central, como aqui no Brasil. O seu sistema próprio registra a operação - sistema este que é chamado de *blockchain*, que seria como um livro-razão, que são validados pelos mineradores, que são pessoas que validam e gravam as operações no *blockchain*.

Os principais desafios enfrentados por essas moedas digitais são a sua volatilidade, pois elas não são seguras no sentido financeiro, vez que ainda não se mostraram estáveis por um longo período. Elas se alteram frequentemente com a

oferta e demanda, sendo chamada por Santos, Souza e Costa (2021, p.2) como “um ativo especulativo”.

Seguindo a mesma linha de raciocínio, Follador (2017) classifica as criptomoedas como a expressão de moeda digital (*digital currency*) que tanto vai para um conceito de dinheiro eletrônico - sendo as representações digitais dos mecanismos de transferência da moeda, como para a ideia de moedas virtuais, sendo basicamente as representações digitais de valores que, por meio de troca, unidade de medida e reserva de valor, não necessitam de uma instituição regulamentadora.

Ulrich (2014, p.15) explica que as criptomoedas, como o Bitcoin, são uma forma de dinheiro, como o real e o dólar, com a diferença de serem totalmente digitais. Ou seja, elas não são emitidas por nenhum governo, e o seu valor é determinado pelo próprio mercado.

### 2.1.1 TIPOS DE CRIPTOMOEDAS

Com o início em 2008, com o *Bitcoin*, as criptomoedas foram surgindo até termos hoje várias moedas virtuais em circulação, algumas mais valiosas financeiramente que outras, devido à oscilação nos valores destes criptoativos.

Embora em épocas pretéritas já tenha existido experiências com o lançamento de moedas digitais, como o BEENZ, em 1990, entre outras, foi realmente em 2008 que tudo começou, com o *Bitcoin*, criado (hipoteticamente) por Satoshi Nakamoto, que, apesar de não ter sido ele o primeiro a tentar criar uma moeda virtual, foi o primeiro a ter êxito em criar esse tipo de ativo financeiro sem um órgão regulador e sem sofrer ataques de *hackers*, derrubando o sistema, como explicado por Ulrich (2014).

Satoshi Nakamoto<sup>1</sup> revolucionou o sistema financeiro ao criar uma tecnologia que, através de um sistema de segurança que faz uso de criptografia e uma rede par a par, deu vida ao que chamamos de *blockchain*. (SANTOS, SOUZA e COSTA, 2021)

---

1 **Satoshi Nakamoto** é o *nickname* de uma pessoa ou de um grupo de pessoas que criou ou criaram o bitcoin, contudo, isso jamais foi efetivamente confirmado. A real identidade do(s) criador(es) do bitcoin é um mistério na comunidade dos criptoativos.

Sobre a inovação e valorização deste tipo de ativo financeiro, a título de exemplo, apurou-se que a cotação de 1 bitcoin em 12/07/2023, de acordo com Foxbit (2023), é de R\$146.812,26 (cento e quarenta e seis mil, oitocentos e doze reais e vinte e seis centavos), cada.

A *Ethereum*, que foi a segunda principal criptomoeda a surgir no mercado, foi criada pelo canadense Vitalik Buterin, contudo, não foi criada para ser uma moeda digital e sim uma forma de recompensar quem utilizava a plataforma *Ethereum*, porém, foi se valorizando e hoje fica atrás somente do Bitcoin. A moeda foi idealizada em 2013 e a plataforma entrou em funcionamento em 2015, e, de acordo com a Foxbit (2023) para cada 1 *Ethereum* na cotação do dia 12/07/2023, a moeda pagaria, em real, a importância de R\$ 9.063,00 (nove mil e sessenta e três reais).

Solana é uma rede de contratos inteligentes e uma plataforma de aplicativos descentralizada que, assim como as outras criptomoedas, utiliza a tecnologia de *blockchain* para manter a segurança da rede e compartilhamento. Atualmente, está entre as 10 maiores plataformas de aplicativos. Foi criada por Anatoly Yakovenko e colocada em funcionamento em 2020, e, após dois anos de rodada de investimentos, levantou mais de US\$ 20 milhões de dólares. De acordo com a Foxbit (2023), 1 Solana na cotação do dia 12/07/2023, corresponde à importância de R\$ 105,85 (cento e cinco reais e oitenta e cinco centavos).

Binance coin ou BNB é, de acordo com Foxbit (2023), a criptomoeda oficial da *Exchange Internacional Binance*. Seu foco é em governança e transações que ocorrem dentro do *Binance Smart Chain*, um *blockchain* da própria corretora. Criada em 2017 por Changpeng Zhao, CEO da Binance, a Foxbit (2023) informa que 1 BNB na cotação do dia 12/07/2023, corresponde à importância de R\$1.178,23 (um mil, cento e setenta e oito reais e vinte e três centavos).

*Litecoin* foi desenvolvida também para realizar transações em *blockchain*, porém, mais rápidas e com menores taxas. Foi criada baseando-se no protocolo *Bitcoin*, mas difere-se nos algoritmos utilizados, tempo de transação dentre outros fatores (FOXBIT, 2023).

Lançada em 2011, por Charlie Lee, se popularizou entre os comerciantes e aparece como uma das dez principais criptomoedas por capitalização de mercado, tendo a seguinte cotação segundo Foxbit (2023): R\$ 459,85 (quatrocentos e

cinquenta e nove reais e oitenta e cinco centavos) para cada 1 Litecoin, na cotação do dia 12/07/2023.

## 2.2 CRIPTOMOEDAS NO BRASIL

No Brasil, um projeto de lei gestado desde 2015, virou o marco legal das criptomoedas no final de 2022, buscando criar um regime de licenças para as corretoras de criptoativos e ser mais severo com quem pratica quaisquer crimes ligados a ativos digitais (INFOMONEY, 2013)

De acordo com Matos (2022), o crescente uso de ativos digitais no Brasil fez com que ele subisse no ranking, sendo o número um da América Latina. Esta situação está atrelada ao alto volume de valores recebidos por serviços centralizados (negociação de criptoativos). E Matos (2022), continua, falando que no mundo, o Brasil se encontra em sétimo lugar, ficando atrás somente de, Vietnã, Filipinas, Ucrânia, Índia, Estados Unidos e Paquistão.

Portanto, após discorrer brevemente sobre as criptomoedas, para compreender melhor o funcionamento destes ativos e suas regulamentações, o próximo tópico discorrerá sobre o *blockchain*, principal tema deste artigo.

## 2.3 CONCEITO DE BLOCKCHAIN

De acordo com Gouveia (2021, p.11), “Uma *blockchain* é um conjunto de dados ligados por um esquema de *hashes* com cada unidade de informação na *blockchain* sendo chamado de bloco”. Ele completa explicando o que é uma *hash*, que “é uma função matemática que transforma uma mensagem de tamanho qualquer em um número de tamanho fixo” (GOUVEIA 2021, p.10)

De acordo com Gouveia (2021, p.11), a arquitetura *blockchain* dá aos usuários a posse de um registro que pode conter desde transações financeiras até contratos trabalhistas ou transferência de bens. Tal registro não é armazenado em nenhum servidor central. No lugar disso, cada nó possui uma cópia idêntica do registro e compara seu registro com outros nós de maneira *peer-to-peer*.

Já Ferreira (2017, p.21), conceitua, com mais informações:

*Blockchain* é um banco de dados confiável que é mantido coletivamente de maneira descentralizada. Como o nome indica, o banco de dados é composto por uma cadeia de blocos ordenados, que por sua vez, são protegidos por criptografia. O encadeamento é feito adicionando o *hash* do bloco anterior ao bloco atual, o *hash* do bloco atual com o do próximo bloco, e assim por diante. Os blocos aninhados garantem que as transações sejam organizadas em ordem cronológica; portanto, um bloco específico não pode ser alterado sem alterar os blocos antecedentes e subsequentes.

Todas as transações que são feitas, são armazenadas em disco dos usuários que são chamados de nós. O nó que consegue chegar primeiro e adicionar primeiro o novo bloco à cadeia é recompensado. Este método é chamado de mineração, e é confirmado com o *proof of work*, que é um dos principais conceitos da tecnologia *Blockchain*.

De acordo com o Infomoney (2022), *Proof of work* é um algoritmo que tem a função de proteger as criptomoedas, como as citadas no tópico “Tipos de criptomoedas”. A prova de trabalho, como é o termo em português, é necessária para que a criptomoeda funcione sem uma empresa ou governo que comande o sistema.

Infomoney (2022) complementa ainda que, um novo bloco é aceito pela rede cada vez que um minerador apresenta uma nova prova de trabalho vencedora, que acontece a cada 10 minutos aproximadamente, e por seu trabalho ele recebe em criptomoeda.

Ser o vencedor, no entanto, é tão difícil, que a única maneira de fazer isso é utilizar computadores caros e especializados. Os mineradores só ganharão Bitcoin se adivinharem as combinações corretas. Quanto mais cálculos eles produzirem, mais criptos eles podem embolsar. (INFOMONEY, 2022)

Esses mineradores, que ganham essa recompensa com criptomoedas, seguem as regras para que não haja nenhum problema com sua mineração.

Esta prova de trabalho foi criada pelo mesmo criador da Bitcoin - Satoshi Nakamoto, para tirar o Bitcoin do papel.

Contudo, em que pese toda a inovação trazida pelos criptoativos através do seu sistema de *blockchain*, um impasse também foi criado e vem trazendo preocupação à comunidade internacional: os impactos ambientais que o *blockchain*

provoca diante do alto gasto de energia elétrica, para manter o sistema em constante funcionamento, tema que será adiante analisado.

### **3. IMPACTOS AMBIENTAIS**

Os impactos ambientais provocados por novas tecnologias causam preocupação mundial, visto que atualmente é constante a preocupação com o meio ambiente e a questão de se manter um planeta sustentável. Com isto, percebemos que o ato de minerar criptomoedas causa um impacto ambiental muito grande por causa do gasto de energia. (SILVA e SILVA, 2022)

Silva e Silva (2022, p.6) complementam que no Brasil as principais formas de energia são:

É predominante a geração de energia via hidroelétricas no Brasil, 60% dos rios passíveis de suportar uma usina já estão sendo utilizados. Existem outras formas de geração, como, por exemplo, as termoelétricas que apresentam desvantagem, pois, são caras e uma maneira barata seriam via energia nuclear que tem um impacto negativo ao meio ambiente e o Brasil não se apresenta com certa experiência para tratar com tal energia. Existem ainda os parques eólicos, forma de geração energética renovável, porém, que são necessários grandes espaços e afastados de setores urbanos, onde se encontra fluxo de vento suficiente para que ocorra a movimentação das hélices.

É premente a necessidade de se buscar economia no setor energético, pois nossa principal forma de gerar energia é por meio de hidroelétricas e dependemos de muitos rios e chuvas para abastecer essas bacias hidrográficas; com isto, o desperdício desse tipo de energia não é viável para a economia nem para o mundo.

No caso de outros países, Girard (2018) cita que nos Estados Unidos, mais especificamente no estado de Nova Iorque, foi decretada uma moratória nas atividades de criptomoedas, pois a cidade recebe uma cota de energia subsidiada para a população local, e, com a chegada dos mineradores de criptomoedas, essa cota foi extrapolada e o assunto foi parar na câmara legislativa.

Outro caso que Girard (2018) cita, é da Islândia, que utiliza energia limpa, um grande atrativo para este setor, pois sua fonte de energia é a geotérmica. Porém a sociedade islandesa já começa a questionar o uso de sua energia limpa para este



fim, sem trazer nenhum benefício real para o local e nem utilidade no governo islandês, que já considera taxar estas mineradoras.

Já na Suíça, foi planejada uma estratégia diferente: criou-se uma operação móvel de mineração, utilizando contêineres com processadores e equipamentos de ventilação, que reduz o gasto de energia em 50%, que podem ser movidos para qualquer lugar do mundo, sendo vendido a um custo próximo a zero. (GIRARD, 2018)

Kazuno, uma cidade de 32 mil habitantes do Japão, regulamentou as atividades de mineração de criptomoedas para incentivar a vinda de empresas e profissionais para fazer daquele o primeiro centro de mineração baseado em energia limpa do país. (GIRARD, 2018)

Silva e Silva (2022) citam Prado, dizendo que as fazendas de criptomoedas, com apenas algumas horas de funcionamento, gastam energia equivalente a uma cidade inteira em um mês.

Silva e Silva (2022, p.6) continuam, citando ainda uma preocupação maior com “o resultado do crescimento de fazendas tecnológicas que necessitam de absurdos meios criptográficos para proteção de clientes em tempos de seca”, visto que o Brasil se vale de hidroelétricas para abastecer energeticamente a população do país.

O maior desperdício de energia está mais relacionado à mineração, pois são várias pessoas tentando chegar no código primeiro para receber como recompensa uma criptomoeda, sendo que, nessa corrida, somente um minerador conquista esta recompensa, ao passo que todos os outros que estavam tentando, também desperdiçaram muita energia para tentar chegar ao objetivo. Como visto, o ato de minerar criptoativos implica num gasto energético astronômico, capaz de gerar sérias consequências sustentáveis para um país.

É sabido que a medida que utilizamos em energia elétrica é o kWh, e, nesse prisma, pesquisas apontam que uma família gasta, em média 152,2 kWh/mês, ao passo que uma única transação via criptomoedas pode consumir até 1917 kWh. Em outras palavras, significa dizer que o que uma família gasta em um ano, as criptomoedas consomem o equivalente apenas numa simples transação.

Silva e Silva (2022, p.7) ainda cita uma hipótese:

Considere a seguinte situação hipotética, estamos tratando somente com as capitais dos estados da região Sudeste do país, ou seja, uma extensão territorial com apenas 4 estados, se estes 10% fizerem uma única transação com criptomoeda, teríamos o equivalente a 22.072.168 de compras usando criptoativos para pagamento. 42.312.346.056 Kwh seria a quantidade de gasto de eletricidade para concluir as transações.

Como se pode ver na situação apontada por Silva e Silva, a quantidade de energia gasta é extremamente alta e precisa ser ponderada e fiscalizada, para que as criptomoedas continuem sendo utilizadas, mas atendendo aos cuidados com o meio ambiente.

Sobre a matéria, no ano de 2022 o Senado Brasileiro aprovou a regulamentação do mercado de criptomoedas, oferecendo incentivos fiscais até o ano de 2029 para empresas que usem energia 100% renovável, e que neutralizassem 100% da emissão de gases de efeito estufa com atividades relacionadas às criptomoedas. (SILVA e SILVA, 2022)

Portanto, através deste estudo sobre os efeitos que a mineração de criptomoedas causa - que, como visto, pode ser muito prejudicial ao meio ambiente, nasce a necessidade da busca de alternativas para que o alto gasto energético não inviabilize a manutenção do mercado dos criptoativos, de forma que seja possível manter o sistema funcionando, mas de maneira sustentável.

#### **4. ALTERNATIVAS PARA MINIMIZAR OS IMPACTOS AMBIENTAIS DO BLOCKCHAIN**

Inicialmente, temos várias opções para tentar minimizar os impactos ambientais do *blockchain*, mas nem todos são viáveis ou baratos de se implantar.

Um dos principais métodos utilizados seria o *Proof of Stake*, que seria o processo de bloquear uma quantidade de criptomoedas, em especial a ETH (Ethereum) por um período de tempo, a fim de ajudar na segurança da rede e ganhar recompensas, o que funcionaria aproximadamente como uma renda passiva, sem afetar nenhuma regra e garantindo a sua segurança. (INFOMONEY, 2022)

Seguindo a mesma linha de raciocínio, Coinext (2022) define *Proof of Stake* (PoS) como “um algoritmo de consenso para prevenção do gasto duplo, usado no processo de validação na rede de determinadas criptomoedas.”

Complementando, afirma que o *Proof of Stake* significa “Prova de Participação”, e é uma maneira de incentivar os usuários de criptoativos a comprar e negociar as moedas que usam esse tipo de validação dentro de seu sistema de *blockchain*, para que os impactos ambientais sejam reduzidos, além de não precisarem de equipamentos com muita potência para realizar as transações.

Em outras palavras, o *Proof of Stake* permite um processo de validação de transação mais rápido, portanto, mais ecológico, o que se mostra muito necessário na atual situação, sendo viável, pois, a mudança do método de trabalho de PoW (*Proof of Work*) para PoS (*Proof of Stake*), pelo fato deste não precisar de equipamentos muitos potentes para competir entre si para validar as transações e receber a recompensa.

De acordo com o Infomoney (2022) a *Ethereum* está mudando para este sistema, e a principal razão seria reduzir drasticamente a energia gasta para validar as transações e emitir mais ETH, o que reduziria por volta de 99,95% da energia gasta com o antigo sistema.

Outra grande mudança é que o PoS do *Ethereum* pretende lançar as bases para o *sharding*, que seria um método de particionamento que permite que várias cadeias paralelas compartilhem dados e cargas de transações, podendo assim permitir que o *Ethereum* processe mais de 100 mil transações por segundo. O que seria uma grande mudança do atual sistema que processa de 10 a 15 transações por segundo, sendo assim, muito mais eficiente.

Outra maneira de preservar o meio ambiente seria utilizando energias renováveis em lugares com grande concentração de transações, como nas fazendas mineradoras.

No Brasil, como foi visto, há uma lei que dá incentivos fiscais para quem utiliza energia 100% renovável e neutralize 100% da emissão de gases de efeito estufa, fazendo, com isso, que as pessoas busquem a regularização dos métodos utilizados para usufruírem dos incentivos fiscais oferecidos.

Entretanto, o dispositivo legal sancionado ainda é carente sobre a matéria, pois não propõe compensações efetivas no fator ambiental em razão do alto gasto energético em torno dos criptoativos.

Nessa linha de raciocínio - a título de sugestão, seria interessante a criação de uma lei que obrigasse os mineradores de criptoativos a fazerem compensações ambientais com base na energia que consumissem através da mineração destes ativos.

Alternativamente, o dispositivo legal poderia autorizar o processo de mineração apenas para aqueles que se valerem de fontes de energia renováveis, como a energia solar, eólica, dentre outras, contribuindo, desta forma, com o prosseguimento da utilização dos criptoativos, sem grandes agressões ao meio-ambiente.

## **5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

Metodologia é o estudo dos Métodos, das etapas a serem seguidas de determinado processo. Para Lakatos e Marconi (2001) a metodologia trata de especificar as questões de como será elaborado o trabalho, onde será realizado, quando será realizado, de que meio será utilizado para obtenção dos dados.

Esta pesquisa teve uma abordagem qualitativa e bibliográfica e os dados coletados foram analisados para tirar conclusões sobre o tema proposto.

Segundo Neves (1996) pesquisa qualitativa é uma pesquisa que compreende um conjunto de diferentes técnicas interpretativas visando descrever e decodificar componentes de um sistema complexo de significados. Esse método traz como contribuição a pesquisa uma mistura de procedimentos racionais e intuitivos que possibilitam uma melhor compreensão dos fenômenos.

Quanto à pesquisa bibliográfica, Gil (2002) aponta que ela é desenvolvida com base em material já elaborado e tem como objetivo principal o aprimoramento de ideias. Nesse sentido, sua principal vantagem encontra-se no fato de permitir ao investigador a cobertura de uma ampla gama de fenômenos.

## **6 CONCLUSÃO**

A presente pesquisa teve como objetivo analisar o impacto ambiental que a tecnologia *blockchain* causa, apontando possibilidades para torná-la mais sustentável.

Buscou entender o funcionamento das criptomoedas através do sistema de *blockchain*, pelo que ficou evidenciado a existência de diversas moedas no mercado, cada uma apresentando valor, volatilidade, e método de mineração diversos.

Constatou-se, outrossim, que umas são mais bem conceituadas no mercado e que outras apresentam método de mineração mais sustentável, com vistas a atrair mais pessoas e também para sanar a questão do alto gasto energético, que provoca altos impactos ao meio-ambiente.

Como o uso dos criptoativos vem conquistando cada vez mais o mercado, viu-se que os países vêm implementando leis para regularem o uso destas moedas, sendo que, no Brasil, uma lei recentemente publicada oferece benefícios fiscais para quem busca meios sustentáveis no processo de mineração das moedas.

Ainda sobre o impacto ambiental causado, ficou claro que os criptoativos consomem muita energia elétrica, pois as fazendas de mineração destas moedas exigem um altíssimo gasto energético, pois dependem de equipamentos extremamente potentes, o que gera custos astronômicos, tanto para o minerador quanto para o meio ambiente.

Atento a essa questão ambiental, foi possível constatar que diversas moedas já buscam alternativas para minimizar os impactos, a exemplo da ETH (Ethereum), que vem trocando o método PoW (*Proof of Work*) pelo PoS (*Proof of Stake*), porque este causa menos impacto ao meio ambiente.

A metodologia de PoW (*Proof of Work*), utilizada pela grande maioria das pessoas que mineram criptomoedas, implica que somente quem chega no resultado da “prova de trabalho” primeiro ganhe a recompensa, portanto, os mineradores se empenham cada vez mais em melhorar seus equipamentos com a finalidade de conseguir quebrar os códigos *hash* para receber a recompensa em criptomoedas, com isso gastando mais e mais energia e, conseqüentemente, prejudicando ainda mais o meio ambiente.

Portanto, o objetivo final desta pesquisa foi apontar alternativas para minimizar os impactos ambientais provocados pelo *blockchain*, do que chegou-se à conclusão que o método PoS (*Proof of Stake*), já utilizado pela ETH (Ethereum), é, por ora, a melhor solução para a questão do consumo de energia gasto, pois ele

reduz o gasto energético em aproximadamente 99,95%, se comparado ao PoW (*Proof of Work*).

Outro benefício do PoS (*Proof of Stake*) é que ele soluciona o problema da necessidade de ter equipamentos muito potentes, pois neste método não é exigido o uso de computadores muito caros e potentes.

Por fim, uma alternativa subsidiária ao PoS (*Proof of Stake*), seria a utilização de energia renovável, com a criação de dispositivos legais que obrigassem os mineradores a compensarem o gasto energético na medida dos impactos provocados, ou somente autorizasse a prática de mineração para aqueles que utilizassem energias limpas e renováveis, principalmente nos lugares onde ocorrem grande concentração de transações - as chamadas fazendas mineradoras.

## REFERÊNCIAS

COINEXT, **Proof of Stake: O que é e como funciona nas criptomoedas?** 2022. Disponível em: <https://coinext.com.br/blog/proof-of-stake> Acesso em 19 jul. 2023

FERREIRA, Juliandson Estanislau. **Blockchain para Criação de Novos Modelos de Negócio e Seus Impactos na Indústria de Serviços Financeiros.** Recife 2017.

FOLLADOR, Guilherme Broto. **Criptomoedas e competência tributaria.** Volume 7 nº3, 2017.

FOXBIT, **Tipos de criptomoedas.** Disponível em: <https://foxbit.com.br/> Acesso em: 18 jul. 2023

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4 ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GIRARD, Lucas. **Impactos ambientais da mineração de criptomoedas.** Sao Paulo. 2018

GOUVEIA, Leonardo Dantas. **Blockchain.** Campo Grande – PB. 2021

INFOMONEY. **Marco legal das criptomoedas entra em vigor no Brasil – o que muda na prática para o investidor?** 2023. Disponível em: <https://www.infomoney.com.br/onde-investir/marco-legal-das-criptomoedas-entra-em-vigor-no-brasil-o-que-muda-na-pratica-para-o-investidor/> Acesso em: 18 jul. 2023.

INFOMONEY. **O que é Proof-of-Work (PoW)? Conheça a tecnologia que torna o Bitcoin seguro.** 2022. Disponível em: <https://www.infomoney.com.br/guias/proof-of-work-pow> Acesso em 18 jul. 2023

INFOMONEY. **Proof-of-Stake: o que é e como funciona.** 2022. Disponível em: <https://www.infomoney.com.br/guias/proof-of-stake-pos-ethereum/> Acesso em: 19 jul. 2023.

INFOMONEY. **Quem é Satoshi Nakamoto? Conheça algumas teorias sobre a identidade do criador do Bitcoin.** Disponível em: <https://www.infomoney.com.br/perfil/satoshi-nakamoto/>. Acesso em: 15 ago. 2023.

KOVACS, Leandro. **O que é uma criptomoeda?** 2021 disponível em: <https://tecnoblog.net/responde/o-que-e-uma-criptomoeda> Acesso em: 15 jul. 2023

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de Metodologia Científica.** 4ª ed. São Paulo: Atlas 2001

MATOS, Maria Clara. **Brasil se torna o principal mercado de criptoativos na América Latina.** 2022. Disponível em: <https://investidor.estadao.com.br/criptomoedas/criptoativos-brasil-maior-mercado-america-latina>. Acesso em: 17 jul. 2023

NEVES, José Luis. **Pesquisa Qualitativa: características, usos e possibilidades.** Caderno de Pesquisas em Administração. São Paulo, v.1, n.3, 2º sem. 1996.

Nord Research. **O que são criptomoedas, como funcionam e por que investir,** 2023 disponível em: <https://artigos.nordresearch.com.br/o-que-sao-criptomoedas/#o-que-sao-criptomoedas> Acesso em: 13 jul. 2023

SANTOS, Ana Paula Melo; SOUZA, Pedro Henrique Pereira; COSTA, Tonny Robert Martins da. **Criptomoedas: as criptomoedas/moedas digitais se tornarão as moedas do futuro?** 2021.

SILVA, Julio César Thiebaut Drumond e; SILVA, Paulo Vitor Rodrigues Tinoco da. **A adequação da legislação ambiental relacionada ao uso de criptomoedas e ativos virtuais.** 2022.

ULRICH, Fernando. **Bitcoin A moeda na era digital.** 1ª edição, São Paulo, Mises Brasil, 2014.