

Cunhagem digital de criptomoeda derivada da ethereum com ênfase na redução do consumo energético na criação, verificação e transação de blockchain

Digital coinage of ethereum-derived cryptocurrency with an emphasis on reducing energy consumption in blockchain creation, verification and transaction

Acuñaación digital de criptomonedas derivadas de ethereum con énfasis en la reducción del consumo de energía en la creación, verificación y transacción de blockchain

Recebido: 15/01/2023 | Revisado: 26/01/2023 | Aceitado: 27/01/2023 | Publicado: 01/02/2023

Lucas Moscatel de Andrade

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1619-4896>
Universidade do Estado do Pará, Brasil
E-mail: lucas.mdandrade@aluno.uepa.br

Ana Caroline Rodrigues Madureira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1576-6004>
Universidade do Estado do Pará, Brasil
E-mail: ana.crmadureira@aluno.uepa.br

Wilker José Caminha dos Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5265-583X>
Universidade do Estado do Pará, Brasil
E-mail: wilkercaminha@uepa.br

Thiago Nicolau Magalhães de Souza Conte

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1288-366X>
Universidade do Estado do Pará, Brasil
E-mail: thiagonconte@uepa.br

Resumo

O artigo visa analisar o processo de cunhagem de forma digital de uma criptomoeda derivada da Ethereum, este trabalho tem como objetivo evidenciar a redução do consumo de energia na criação dessa criptomoeda. O presente artigo contribui também para o crescimento de trabalhos que serão futuramente realizados no segmento de cripto ativos. Posto isso, este estudo aborda todas as etapas relativas à criação, que teve as seguintes fases desde a abertura de uma carteira digital para o armazenamento, até a cunhagem definindo a quantidade e a rede como base para a constituição de uma criptomoeda. A metodologia utilizada foi a do método qualitativo, este método descreve o conhecimento empírico que envolve o conceito e definições das novas tecnologias de cripto ativos. Foi possível concluir que, das redes analisadas no processo de cunhagem e consumo energético a Ethereum contribui de forma mais benéfica para seus usuários e meio ambiente. Para concluir tais benefícios a Ethereum passará a suportar 100 mil transações por segundo na versão 2.0, ademais, precisará de menor poder computacional para a validação, também visa eficiência na energia necessária para validação das operações, o que ocasiona menos energia elétrica gasta, logo, há muito menos consumo energético, além disso de forma mais concreta, descentralização e valorização de preço.

Palavras-chave: Criptomonedas; Consumo energético; Ethereum; Blockchain.

Abstract

The article aims to analyze the digital minting process of a cryptocurrency derived from Ethereum, this work aims to demonstrate the reduction of energy consumption in the creation of this cryptocurrency. This article also contributes to the growth of work that will be carried out in the future in the crypto asset segment. That said, this study addresses all the steps related to creation, which had the following phases from opening a digital wallet for storage, to minting, defining the amount and network as the basis for the constitution of a cryptocurrency. The methodology used was the qualitative method, this method describes the empirical knowledge that involves the concept and definitions of new crypto asset technologies. It was possible to conclude that, from the networks analyzed in the process of minting and energy consumption, Ethereum contributes in a more beneficial way to its users and the environment. To complete these benefits, Ethereum will support 100,000 transactions per second in version 2.0, in addition, it will need less computational power for validation, it also aims at efficiency in the energy needed to validate operations, which causes less electrical energy spent, therefore, there is much less energy consumption, moreover in a more concrete way, decentralization and price appreciation.

Keywords: Cryptocurrencies; Energy consumption; Ethereum; Blockchain.

Resumen

El artículo tiene como objetivo analizar el proceso de acuñación digital de una criptomoneda derivada de Ethereum, este trabajo pretende demostrar la reducción del consumo de energía en la creación de esta criptomoneda. Este artículo también contribuye al crecimiento del trabajo que se llevará a cabo en el futuro en el segmento de criptoactivos. Dicho esto, este estudio aborda todos los pasos relacionados con la creación, que tuvo las siguientes fases desde la apertura de una billetera digital para su almacenamiento, hasta el minting, definiendo el monto y la red como base para la constitución de una criptomoneda. La metodología utilizada fue el método cualitativo, este método describe el conocimiento empírico que involucra el concepto y definiciones de las nuevas tecnologías de criptoactivos. Se pudo concluir que, a partir de las redes analizadas en el proceso de acuñación y consumo de energía, Ethereum contribuye de manera más beneficiosa a sus usuarios y al medio ambiente. Para completar estos beneficios, Ethereum soportará 100.000 transacciones por segundo en la versión 2.0, además, necesitará menos potencia computacional para la validación, también apunta a la eficiencia en la energía necesaria para validar las operaciones, lo que provoca un menor gasto de energía eléctrica, por lo tanto, hay mucho menos consumo de energía, además de manera más concreta, descentralización y apreciación de precios.

Palabras clave: Criptomonedas; Consumo de energía; Ethereum; Blockchain.

1. Introdução

A tecnologia de cunhagem digital surgiu em 2008, (Nakamoto, 2008) e fez com que viesse à tona o Blockchain., que foi o resultado de um software inovador, e as inovações de hardware se seguiram à medida que a confirmação de transações de mineração computacionalmente cara foi otimizada (Strawn, 2019). (Kraus et al., 2019) reforçam que “é definitivamente algo novo, permitindo maneiras mais fáceis e baratas de trocar commodities, serviços e ideias”. Atuando por trás das maiores e mais conhecidas criptomoedas, esse banco, sem a necessidade de um intermediário, faz suas atualizações de forma descentralizada. (Machado, A. S 6.2, 2022; Castañeda-Ayarza et al, 2019) e tem sido amplamente estudada e aplicada em diversos campos, conforme (Gan et al., 2020) entre esses campos estão alguns setores como, bancos e saúde, afirma (Jain & Jain, 2019).

Trabalhando também com a segurança, em casos de tentativa de mudança em um dos blocos passados, ele não é reescrito. Essas informações de blocos são escritas no *ledger* (livro-razão) onde todas as transações ficam gravadas. Tal tecnologia é embasada em quatro pilares, os quais são segurança de operações, descentralização de armazenamento/computação, integridade, e imutabilidade de transações. Para Santos (2016) “Quase todos os outros bancos de dados disponíveis no mundo são passíveis de deleções em seus registros e adulterações. No blockchain, isso não ocorre e é matematicamente impossível”.

Salem, (2021) pesquisador do IBM Blockchain afirma que “O blockchain é uma rede de negócios segura, na qual os participantes transferem itens de valor (ativos), por meio de um *ledger* comum distribuído, do qual cada participante possui uma cópia, e cujo seu conteúdo está em constante sincronia com os outros”.

Para tanto, a tecnologia Blockchain pode ser entendida de várias formas. Em linhas gerais, pode-se dizer que se trata de um sistema distribuído de base de dados em log, mantido e gerido de forma compartilhada e descentralizada (através de uma rede peer-to-peer, P2P), na qual todos os participantes são responsáveis por armazenar e manter a base de dados.

Criptomoedas abstratas como Bitcoin, SETLcoin, Ether, Solar Coin ou Liberty Reserve existem desde 2008. Por causa de seu controle descentralizado, eles são frequentemente considerados uma ameaça ou alternativa ao sistema convencional bancário. (Dierksmeier & Seele, 2016)

Com esse fato e devido à sua natureza digital e disseminação global, as criptomoedas têm o potencial de ser muito mais difundidas do que quaisquer formas de dinheiro previamente estabelecidas. Nisso um usuário pode efetuar um pagamento para um receptor em qualquer lugar do mundo a qualquer momento, sem a necessidade de uma instituição intermediária, o que leva a menores taxas de transações, maior controle, e mais privacidade. (Chervinski et al, 2019).

Entretanto, apesar dos benefícios oferecidos por esse tipo de moeda, existem desvantagens como a impossibilidade de reverter transações e de obter suporte caso ocorram erros no sistema. A volatilidade dos preços de moedas é outro fator negativo conforme (Chervinski et al, 2019)

No início de 2021, os tokens não fungíveis (NFT) se tornaram a primeira aplicação da tecnologia blockchain a obter um destaque público claro. (Dowling, 2021)

Um token não fungível (NFT), que surgiu em 2014 é um bem criptográfico que tem a capacidade de ser único e irrepetível, são direitos negociáveis de ativos digitais (imagens, músicas, vídeos, criações virtuais) onde a propriedade é registrada em contratos inteligentes em uma blockchain. Os tokens não fungíveis (NFTs) são amplamente utilizados em blockchain para representar ativos únicos e não intercambiáveis (Arcenegui et al., 2021). Os NFTs atuais permitem a representação de ativos por um identificador único, como posse de um proprietário.

Os tipos mais comuns são colecionáveis e obras de arte, objetos em mundos virtuais e personagens digitalizados de esportes e outros jogos. Um NFT começa com o registro da propriedade de um ativo digital em uma blockchain, geralmente em uma rede ethereum, ao qual pode ser vendido, com mudanças de propriedade e o pagamento em criptomoeda recebido registrado no blockchain. Ademais, são obras de arte que vivem em uma rede de computadores e, em essência, não podem ser consideradas como um objeto em si.

O objetivo do trabalho consiste em utilizar as redes privadas Ethereum permitindo a configuração e implantação de diferentes algoritmos de consenso, tamanhos de bloco e contratos inteligentes para configurar efetivamente seu desempenho e taxa de transferência associada contidos em um bloco só podem ser alterados modificando todos os blocos subsequentes. Os dados são armazenados no blockchain por meio de transações de dados (Leal et al., 2020). A tecnologia blockchain se desenvolveu além da criptomoeda e alcançou um escopo de aplicação mais amplo. Apesar da promoção funcional, o Ethereum também aumenta o número de transações processadas por segundo, diminuindo o intervalo de blocos. Para compensar a capacidade limitada de propagação de informações em uma rede Peer-to-Peer, o Ethereum substitui a estrutura de dados tradicional em estilo de cadeia por uma em estilo de árvore, onde a recompensa de blocos compensa parte do poder de computação sacrificado. (Wang et al., 2019).

Antes da atualização, o consumo de energia da Ethereum variava entre 46,31 terawatt-hora (TWh) por ano a 93,98 TWh por ano. O menor consumo de energia para a Ethereum foi registrado em 26 de dezembro de 2019, em 4,75 TWh por ano. Segundo dados da Universidade de Cambridge, a estimativa é de que a rede do bitcoin consuma cerca de 16 GW, equivalente ao consumo energético do Estado de São Paulo ou de um país como a Argentina.

Contudo o Bitcoin alcança transações anti-duplas despesas e refuta a modificação maliciosa da blockchain por um mecanismo de consenso de prova de trabalho (PoW) se a maioria honesta for garantida. Assim sendo o Ethereum segue o mecanismo PoW e acelera o processamento de transações ao re-parametrizar o tamanho e o intervalo do bloco. O intervalo de dois blocos Ethereum é de aproximadamente 15 segundos, o que não é negligenciado em comparação com a latência da rede. (Croman et al., 2016; Decker et al., 2013)

2. Metodologia

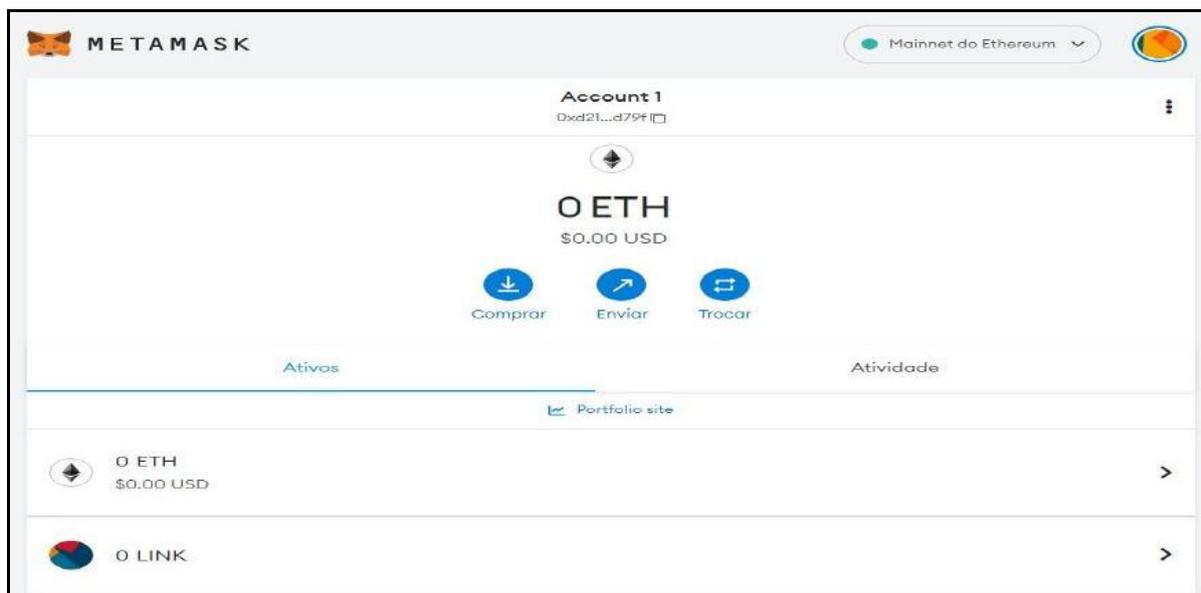
O tipo de pesquisa apresentada é qualificada como descritiva uma vez que descreve o conhecimento empírico que envolve o conceito e definições das novas tecnologias de cripto ativos, esses métodos são aqueles nos quais é importante a interpretação por parte do pesquisador com suas opiniões sobre o fenômeno em estudo (Pereira et al., 2018). Ainda convém lembrar que o processo também é compreendido como bibliográfico, ao passo que visa reunir as informações necessárias tanto para efeito comparativo quanto para o desenvolvimento de uma criptomoeda utilizando características da Ethereum.

Para obter criptomoedas, um usuário pode realizar uma compra através de serviços especializados em vendas de criptomoedas, chamados de cryptocurrency exchanges. Algumas moedas, como a Bitcoin e a Monero, oferecem aos usuários a possibilidade de obtê-las diretamente através do sistema, participando de um processo comumente chamado de mineração.

O processo de mineração consiste em participar da criação de blocos válidos através do esquema de PoW, PoS ou outro similar, conforme determinado pelo respectivo sistema. Esse processo é essencial para garantir o funcionamento do blockchain e da moeda digital, pois é através dele que as transações são confirmadas e adicionadas ao final da cadeia de blocos. (Chervinski et al, 2019)

Para que o processo de cunhagem da criptomoeda possa ser realizado é necessário a utilização de um computador com o software carteira digital, instalado e configurado na qual é armazenada a criptomoeda, contudo na criação do cadastro em uma carteira digital, requer atenção, uma vez que os dados são únicos e implicam na realização de transações e movimentações de ativos. O objetivo central da carteira é armazenar criptomoedas e possibilitar transações seguras. Ainda convém lembrar que é necessário a instalação da extensão da carteira digital no navegador. Um aspecto importante nessa etapa é a criação da frase de segurança que deve ser guardada e com isso é feito o cadastro do usuário e senha que serão utilizados para acessar a carteira digital posteriormente. O passo seguinte é a conexão com o blockchain utilizando uma das criptomoedas já existentes como base para a criação do token, a moeda escolhida é o ethereum, pois como explicado anteriormente é uma das moedas com o menor consumo e disponibiliza a atualização, conforme segue a Figura 1.

Figura 1 - Da carteira digital utilizada na rede teste.



Fonte: Autores (2022).

Na Figura 1 temos a tela inicial para fazer as transações do token com enviar e receber com o código da carteira de digital que fica na extensão do navegador. Ainda convém lembrar que durante o processo de cunhagem é necessário a criação do token como o nome, quantidade de tokens gerados e a seleção da rede da criptomoeda utilizada como base na criação com demonstra a Figura 2.

Figura 2 - Criação configuração e gerenciamento do token.

The screenshot displays a web interface for creating a token. At the top, there are three main sections: 'SimpleERC20' (selected), 'Goerli - Testnet' (selected), and '0,03 ETH'. Below these are several configuration fields:

- Nome do token ***: 'Teste Cripto' (with a note: 'Um nome personalizado para o token.')
- Símbolo da Ficha ***: 'TTT' (with a note: 'Um símbolo personalizado para o token (geralmente de 3 a 5 caracteres).')
- Decimais de token ***: '18' (with a note: 'A precisão decimal do token (geralmente 18).')
- Fornecimento Inicial ***: '10000' (with a note: 'Uma taxa de imposto será adicionada às transferências. Para cada transação, uma taxa será enviada automaticamente para um endereço predefinido. O proprietário pode excluir algumas...')

On the right side, there are additional options:

- Recursos**: Three toggle switches for 'Incinerável', 'Mintable', and 'Deflacionário'. 'Mintable' is selected. A note explains: 'Proprietário ou contas com permissão de cunhagem poderão gerar novos tokens, até o suprimento máximo de tokens, cunhando-os.'
- Tributável**: A toggle switch for 'Tributável'.
- Tipo de Fornecimento**: 'Fixo' (with a note: '10k, fixo, ilimitado, limitado').
- Tipo de acesso**: 'Nenhum' (with a note: 'Nenhum, Possível, Com Base na Função').
- Tipo de transferência**: 'imparável' (with a note: 'Imparável, Pausável').
- Código fonte verificado**: A checked toggle switch. A note states: 'O código-fonte do token será verificado automaticamente no Etherscan. Disponível apenas na rede principal.'
- Remover direitos autorais**: A toggle switch.

Fonte: Autores (2022).

Na Figura 2 mostra os campos na qual o usuário utilizara para colocar as informações como o nome do token, o símbolo do token, a quantidade gerada de tokens e a rede para que possa fazer a transação do token e nessa etapa de criação do token tem o objetivo de servir como meio de pagamento entre usuários, conforme (Cong et al., 2022) “Desenvolvemos um modelo dinâmico de economia de plataforma em que os tokens servem como meio de pagamento entre os usuários da plataforma e são emitidos para financiar o investimento na produtividade da plataforma.

Conforme o que foi citado, foi realizado o passo a passo para a criação do token e usá-lo como criptomoeda, pois os tokens podem registrar informações de credenciais e transferi-las facilmente de acordo com (Gan et al., 2020). Por fim é realizado o processamento no blockchain usando a taxa de gás, que são ativos não tangíveis necessários para realização do processo referente à taxa por transação na blockchain da Ethereum, que durante esse processamento executa a validação na blockchain, permitindo após concluída a exibição do hash conforme está na Figura 3.

Figura 3 - Hash gerada na rede teste,



Fonte: Autores (2022).

Figura 3 está realizando o processamento para a transação dos tokens para a conta do usuário solicitante. Funções hash tradicionais transformam dados de entrada de tamanho arbitrário em uma saída de tamanho fixo, chamada de digest ou hash. Funções hash criptográficas são um tipo especial de funções hash que devem possuir as seguintes propriedades:

- (p1) A aplicação da função sobre o mesmo dado deverá sempre retornar o mesmo resultado.

(p2) Computar um digest para uma determinada entrada deve ser fácil, a operação pode ser realizada em menos de um segundo.

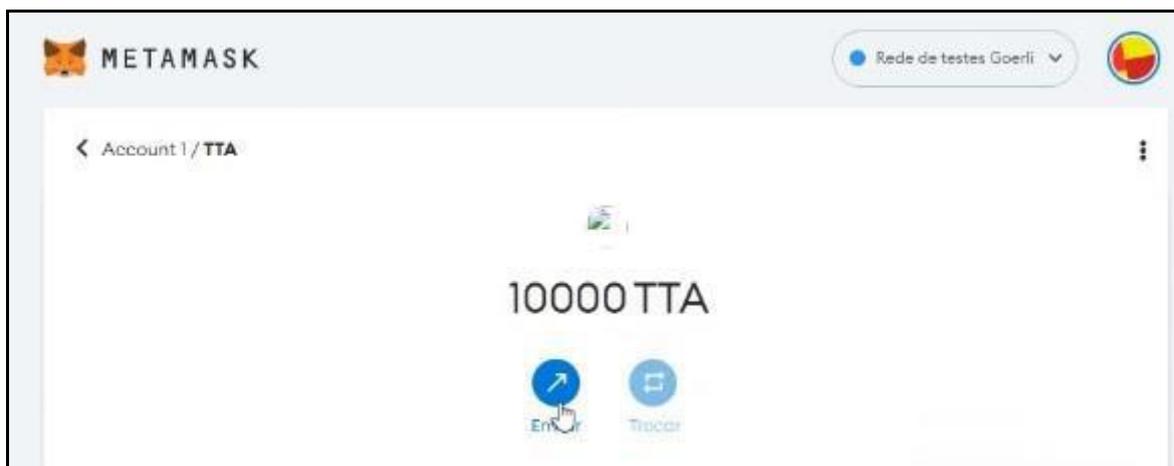
(p3) Descobrir quais dados foram utilizados como entrada da função analisando somente o digest deve ser muito difícil. Para isso é necessário aplicar a função em entradas aleatórias distintas até que a saída gerada seja igual ao digest sendo analisado, uma operação que pode necessitar de vários anos considerando as capacidades atuais de processamento.

(p4) Encontrar duas entradas que geram o mesmo digest deve ser muito difícil, necessitando de vários anos de processamento.

(p5) Uma pequena mudança na entrada deve alterar o digest resultante de tal forma que não seja possível encontrar alguma relação entre as saídas geradas pelo dado original e pelo dado alterado. (Chervinski et al, 2019)

Com o token criado é possível enviar e receber instantaneamente valores na carteira digital, pode ser transferido para outras carteiras, usando a taxas de gás. Ainda convém lembrar que é necessário que estejam cunhadas na mesma rede para que ocorra a transferência. Para acessar a transferência do token é necessário ter acesso a carteira utilizando o botão enviar conforme mostra a Figura 4.

Figura 4 - Envio do token.



Fonte: Autores (2022).

Para o envio do token conforme a figura faz necessário está na mesma rede e apertar no botão enviar para que, possa assim colocar a carteira e vai ser enviada o token. Feito isso é necessário utilizar a hash gerada na carteira a qual será transferido o token, adicionando a quantidade que será utilizada, possibilitando o envio de taxa de gás para possíveis transações, como mostrado na Figura 5.

Figura 5 - Tela da taxa de gás para envio,



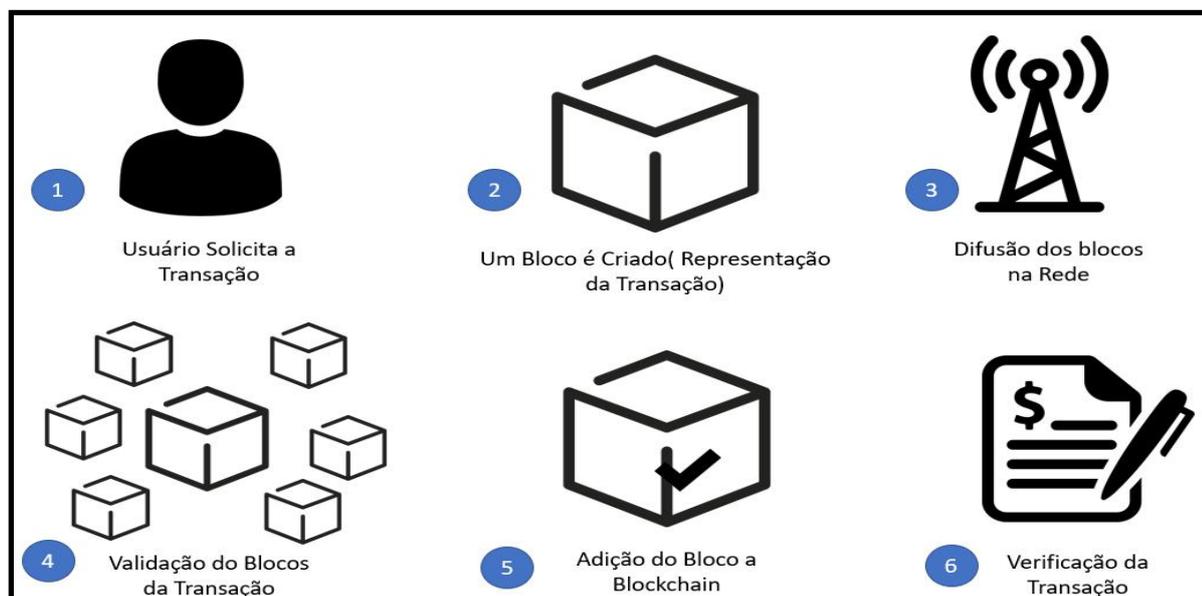
Fonte: Autores (2022).

Com o pagamento da taxa de gás é feito a escolha da quantidade de tokens que vai ser enviado conforme mostrado na Figura 5 que, conforme a figura apresenta, foi enviado 1000 TTA de tokens na qual o tempo de envio sucedeu em aproximadamente 5 segundos para o devido recebimento na carteira de destino.

Momo e Behr, (2019) afirma que o Blockchain é um tema que vem sendo muito discutido nas publicações de negócios como um elemento tecnológico relevante e disruptivo, que surgiu para mudar a concepção atual que temos do uso de tecnologia para qualquer tipo de transação comercial. O Blockchain alcança mais de 1 trilhão de dólares em transações de criptomoedas, e chega a marca de 84 milhões de carteiras criadas.

Por fim, o processo armazena periodicamente informações de transações em lotes, chamados blocos. Esses blocos recebem uma impressão digital chamada hash – um código matemático único, o hash pega uma grande quantidade de dados e transforma em uma pequena quantidade de informações. Nesse sistema de blocos encadeados, essa impressão digital é fundamental, e são interligados em um conjunto em ordem cronológica, formando uma linha contínua de blocos que é semelhante a uma corrente. A tecnologia funciona a partir de uma rede de *nós* que analisa e valida, ou não, a transação que está sendo desenvolvida. Os *nós* no Blockchain podemos ser tanto *transacionais*, que escrevem ou geram blocos, quanto *mineradores*, a fim de verificar se o bloco escrito é válido, conforme observado na Figura 6.

Figura 6 - Modelagem do funcionamento da tecnologia Blockchain.



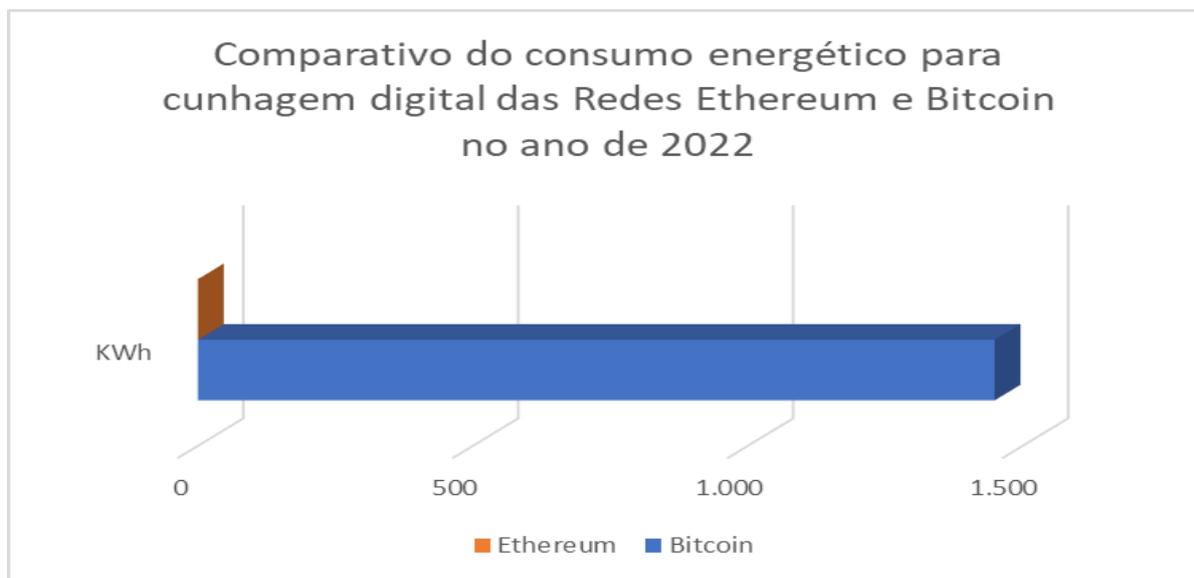
Fonte: Adaptada pelo autor (2022).

Andujar et al., (2018) citam “aposta que essa tecnologia é percebida como um ‘livro caixa’ onde as informações contábeis são registradas com maior transparência e segurança, possibilitando inclusive que auditorias internas e externas sejam realizadas de maneira contínua.”

3. Resultados e Discussão

Nota-se que o Ethereum tem o consumo energético menor que o bitcoin mesmo antes da atualização para a versão 2.0 da sua rede. Segundo Mariana Maria Silva, (2022), o blockchain Ethereum, segundo maior do mundo, migrou de prova de trabalho (PoW) para um mecanismo de consenso de prova de participação (PoS) em um esforço para fazer a transição para uma blockchain verde. O que se seguiu foi uma queda imediata e acentuada no consumo total de energia da rede Ethereum, com isso o consumo elétrico ficou 0,03 quilowatt-hora. Enquanto o seu principal concorrente necessita de aproximadamente 1.449 quilowatt-hora, conforme apresenta a Figura 7.

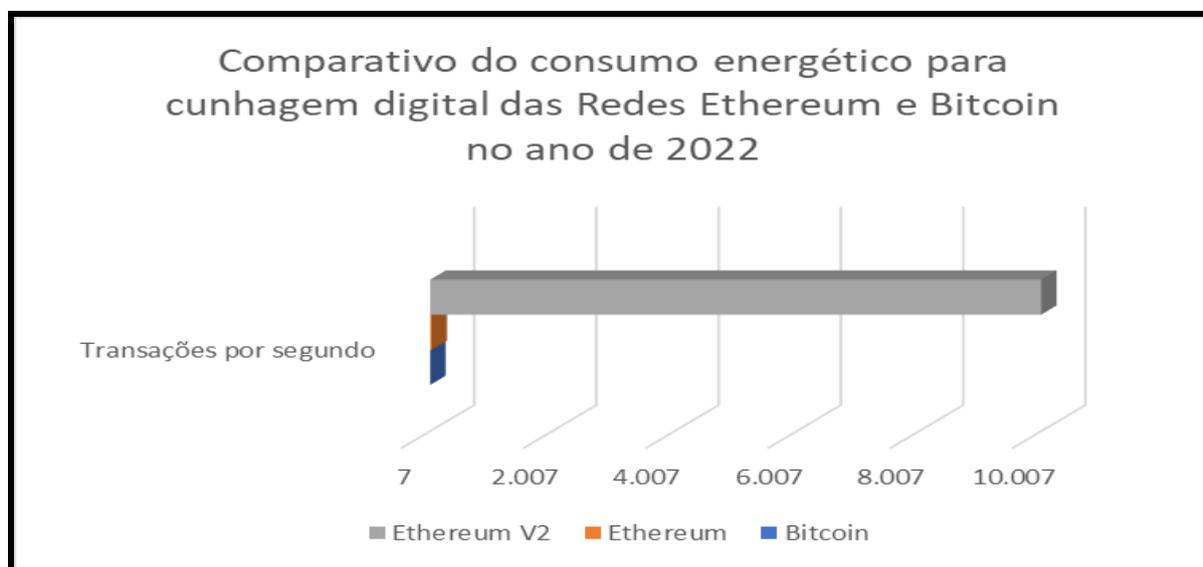
Figura 7 - Quantitativo de consumo energético nas redes Ethereum e Bitcoin.



Fonte: Mariana Maria Silva, (2022).

Com essas mudanças, as vantagens da Ethereum identificadas forma: Melhor escalabilidade, o que significa que o que atualmente só suporta 30 transações por segundo, e passará a realizar 100 mil por segundo na versão 2.0, uma vez que o bitcoin em dezembro de 2022 suporta aproximadamente 7 transações por segundo, conforme demonstra o comparativo na Figura 8.

Figura 8 - Comparativo de transações por segundo das redes Ethereum e Bitcoin.



Fonte: Autores (2022).

Ainda convém lembrar que as taxas ficaram menores, sem congestionamento nas redes, Eficiência energética: A PoS, faz com que se use menos poder computacional para a validação. Benefícios ao meio ambiente: Muito menos consumo energético (cerca de 99% de economia frente ao PoW); Descentralização: O PoS necessita de pelo menos 16.384 validadores, e isso aumenta a sua descentralização; Valorização de preço: uma vez que mais transações ocorrerem, a rede deve se popularizar, o que aumentaria então o preço do token Ether.

4. Considerações Finais

O trabalho analisou o processo de cunhagem de uma criptomoeda ao passo que busca apresentar transações na rede digital Ethereum, a rede digital Ethereum foi utilizada também como base para o desenvolvimento de uma criptomoeda. Essa análise compreende também comparar o consumo energético nas transações e nas minerações que ocorrem entre as redes Ethereum e Bitcoin, com intuito de obter a criptomoeda.

A partir dessa análise foi possível obter os resultados das comparações do consumo energético para a cunhagem das redes Ethereum e Bitcoin, visto que Ethereum tem o consumo energético menor que o bitcoin mesmo antes da atualização para a versão 2.0 da sua rede.

Com a atualização a Ethereum passará a suportar 100 mil transações por segundo na versão 2.0, o que significa que as taxas para realizar as transações serão menores e contará com maior eficiência energética, isso será possível a partir da implementação de shard chains (correntes de fragmentos). Com essa implementação de shard chains, essa blockchain é dividida, e assim permitir que as transações sejam processadas em cadeias paralelas e não mais em uma única sequência de blocos consecutivos, e conseqüentemente a rede ficará mais rápida e poderá escalar mais facilmente.

Dentre esses, os demais benefícios da atualização são: menos poder computacional para a validação, onde eram mineradores, passará a ser os usuários que poderão realizar o staking da criptomoeda nativa de uma rede para se tornar validadores; Benefícios ao meio ambiente: com a eficiência na energia necessária para validação das operações, menos energia elétrica é gasta logo, há muito menos consumo energético; Menos consumo energético: a maior vantagem do PoS é sua eficiência energética quando comparada com o PoW, fazendo com que use-se muito menos poder computacional para a validação; Descentralização e Valorização de preço.

A Análise também resultou na amostragem comparativa do consumo total de energia das duas redes, a Ethereum com apenas 0,03 quilowatt-hora, e em contraste o Bitcoin com 1.449 quilowatt-hora. Foi possível também utilizar a rede Ethereum para a criação dos tokens e dessa forma com objetivo de ter acesso ao token o usuário tem que está na mesma rede a fim de que seja enviado o token para o outro usuário. A segurança está no blockchain, que entra com hash, o que faz com que seja impedido a invasão de maliciosos na rede.

Ademais, este trabalho que usufruiu do amplo e diverso potencial de uso e aplicação da rede digital Ethereum, contribui de modo abrangente não somente para meios comparativos, mas como também para aproveitamento em pesquisas no segmento dos cripto ativos, exemplos dessas contribuições para trabalhos futuros, são pesquisas que podem ser realizadas a partir da atualização completa da rede Ethereum, outro exemplo também pode ser analisar os benefícios e causas dessa atualização na rede Ethereum ao meio ambiente, pode ser também exposto os benefícios sociais já que a rede promete utilizar menos poder computacional, e também a realização de testes da rede, pois é visto a importância de pesquisas nestes segmentos, uma vez que as criptomoedas estão se tornando cada vez mais atrativas e visíveis no mercado.

Referências

- Andujar, A. J. F., Rode, F., & Bastos, P. S. M. (2018). Os Impactos do Blockchain na Auditoria Contábil. In *16o ENECON – Encontro Catarinense de Estudantes de Ciências Contábeis*. Centro Universitário Municipal de São José (USJ).
- Arcenegui, J., Rosario Arjona, R. R., & Baturone, I. (2021) Secure Combination of IoT and Blockchain by Physically Binding IoT Devices to Smart Non-Fungible Tokens Using PUFs. *Sensors* (Basel, Switzerland).
- Castañeda-Ayarza, J. A., Neves, C., & Frazão Teixeira, A. (2019). Pesquisa bibliográfica sobre os estudos científicos relacionados com o bitcoin e a blockchain. *Contextus – Revista Contemporânea de Economia E Gestão*, 17(3), 66–87.
- Chervinski, J. O. M., & Kreutz, D. (2019). Introdução às tecnologias dos blockchains e das criptomoedas. *Revista Brasileira de Computação Aplicada*, 11(3), 12–27.
- Cong, L. W., Li, Y., & Wang, N. (2022). Token-based platform finance. *Journal of Financial Economics*, 144(3), 972–991.

- Croman, K., Decker, C., Eyal, I., Gencer, A., Juels, A., Kosba, A., Miller, A., Saxena, P., Shi, E., Gün Sirer, E., Song, D., Wattenhofer, R., Jacobs, C., Tech, C., & Nus. (2016). *On Scaling Decentralized Blockchains (A Position Paper) Initiative for CryptoCurrencies and Contracts (IC3)*.
- Decker, C., Wattenhofer, R., Zurich, E., & Switzerland. (2013). Information Propagation in the Bitcoin Network.
- Dierksmeier, C., & Seele, P. (2016). Cryptocurrencies and Business Ethics. *Journal of Business Ethics*, 152(1), 1–14.
- Dowling, M. (2021). Is non-fungible token pricing driven by cryptocurrencies? *Finance Research Letters*, 44(102097), 102097.
- Gan, G., Chen, E., Zhou, Z., & Zhu, Y. (2020). Token-Based Access Control. *IEEE Access*, 8(2979746), 54189–54199.
- Jain, A., & Jain, C. (2019). Blockchain hysteria: Adding “blockchain” to company’s name. *Economics Letters*, 181(181), 178–181.
- Kraus, D., Thierry Obrist, O. H., & Edward Elgar Publishing. (2019). *Blockchains, smart contracts, decentralised autonomous organisations and the law*. Edward Elgar Pub.
- Leal, F., Chis, A. E., & González-Vélez, H. (2020). Performance Evaluation of Private Ethereum Networks. *SN Computer Science*, 1(5).
- Machado, A. S., Helfenstein, L. A., & Santos, K. S. (2022). *Bitcoin: analysis on the new format of financial transactions*. *Revista INGI*, 6(2), 1609-22.
- Silva, M. M. (2022, October 31). *Atualização da Ethereum reduziu consumo de energia da rede em mais de 99,9%*. Exame. <https://exame.com/future-of-money/atualizacao-da-ethereum-reduziu-consumo-de-energia-da-rede-em-mais-de-999/>.
- Nakamoto, S. (2008). *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*.
- Momo, F. da S., & Behr, A. (2019). Blockchain: Perfil das pesquisas divulgadas em periódicos acadêmicos. *Revista de Administração FACES Journal*, 18(1), 8–28.
- Pereira, A., Shitsuka, D., Parreira, F., & Shitsuka, R. (2018). *Metodologia da Pesquisa Científica*. UFSM.
- Salem, A. (2021). *O que é a tecnologia blockchain? - IBM Blockchain*. [www.ibm.com](https://www.ibm.com/br-pt/topics/what-is-blockchain). <https://www.ibm.com/br-pt/topics/what-is-blockchain>
- Santos, M. (2016). *Bitcoin: Funcionamento e Características de uma Criptomoeda*.
- Strawn, G. (2019). BLOCKCHAIN. *IT Professional*, 21(1), 91–92.
- Wang, Z., Liu, J., Wu, Q., Zhang, Y., Yu, H., & Zhou, Z. (2019). An analytic evaluation for the impact of uncle blocks by selfish and stubborn mining in an imperfect Ethereum network. *Computers & Security*, 87(101581), 101581.