

**IV CONGRESSO INTERNACIONAL DE
DIREITO E INTELIGÊNCIA
ARTIFICIAL (IV CIDIA)**

**PRAEEMINENTIA IUSTITIA-UCS-UIT: NOVAS
TECNOLOGIAS E PROTEÇÃO DOS DIREITOS
FUNDAMENTAIS**

P897

Praeeminentia iustitia-ucs-uit: novas tecnologias e proteção dos direitos fundamentais + Diálogos constitucionais e(m) crise de efetividade - análise de institutos de direito público e de direito privado [Recurso eletrônico on-line] organização IV Congresso Internacional de Direito e Inteligência Artificial (IV CIDIA): Skema Business School – Belo Horizonte;

Coordenadores: Jorge Isaac Torres Manrique, Cleide Calgaro e Deilton Ribeiro Brasil – Belo Horizonte: Skema Business School, 2023.

Inclui bibliografia

ISBN: 978-65-5648-790-8

Modo de acesso: www.conpedi.org.br em publicações

Tema: Os direitos dos novos negócios e a sustentabilidade.

1. Direito. 2. Inteligência artificial. 3. Tecnologia. I. IV Congresso Internacional de Direito e Inteligência Artificial (1:2023 : Belo Horizonte, MG).

CDU: 34

skema
BUSINESS SCHOOL

LAW SCHOOL
FOR BUSINESS

IV CONGRESSO INTERNACIONAL DE DIREITO E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (IV CIDIA)

PRAEEMINENTIA IUSTITIA-UCS-UIT: NOVAS TECNOLOGIAS E PROTEÇÃO DOS DIREITOS FUNDAMENTAIS

Apresentação

O IV Congresso Internacional de Direito e Inteligência Artificial - CIDIA da SKEMA Business School Brasil, realizado nos dias 01 e 02 de junho de 2023 em formato híbrido, consolida-se como o maior evento científico de Direito e Tecnologia do Brasil. Estabeleceram-se recordes impressionantes, com duzentas e sessenta pesquisas elaboradas por trezentos e trinta e sete pesquisadores. Dezenove Estados brasileiros, além do Distrito Federal, estiveram representados, incluindo Amazonas, Bahia, Ceará, Distrito Federal, Espírito Santo, Goiás, Maranhão, Minas Gerais, Pará, Pernambuco, Paraná, Rio de Janeiro, Rio Grande do Norte, Rondônia, Roraima, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Sergipe, São Paulo e Tocantins.

A condução dos trinta e três grupos de trabalho do evento, que geraram uma coletânea de vinte e cinco livros apresentados à comunidade científica nacional e internacional, contou com a valiosa colaboração de sessenta e três professoras e professores universitários de todo o país. Esses livros são compostos pelos trabalhos que passaram pelo rigoroso processo de double blind peer review (avaliação cega por pares) dentro da plataforma CONPEDI. A coletânea contém o que há de mais recente e relevante em termos de discussão acadêmica sobre a relação entre inteligência artificial, tecnologia e temas como acesso à justiça, Direitos Humanos, proteção de dados, relações de trabalho, Administração Pública, meio ambiente, sustentabilidade, democracia e responsabilidade civil, entre outros temas relevantes.

Um sucesso desse porte não seria possível sem o apoio institucional de entidades como o CONPEDI - Conselho Nacional de Pesquisa e Pós-graduação em Direito; o Programa RECAJ-UFMG - Ensino, Pesquisa e Extensão em Acesso à Justiça e Solução de Conflitos da Faculdade de Direito da Universidade Federal de Minas Gerais; o Instituto Brasileiro de Estudos de Responsabilidade Civil - IBERC; a Comissão de Inteligência Artificial no Direito da Ordem dos Advogados do Brasil - Seção Minas Gerais; a Faculdade de Direito de Franca - Grupo de Pesquisa Políticas Públicas e Internet; a Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA - Programa de Pós-graduação em Direito - Laboratório de Métodos Quantitativos em Direito; o Centro Universitário Santa Rita - UNIFASAR; e o Programa de Pós-Graduação em Prestação Jurisdicional e Direitos Humanos (PPGPJDH) - Universidade Federal do Tocantins (UFT) em parceria com a Escola Superior da Magistratura Tocantinense (ESMAT).

Painéis temáticos do congresso contaram com a presença de renomados especialistas do Direito nacional e internacional. A abertura foi realizada pelo Professor Dierle Nunes, que discorreu sobre o tema "Virada tecnológica no Direito: alguns impactos da inteligência artificial na compreensão e mudança no sistema jurídico". Os Professores Caio Lara e José Faleiros Júnior conduziram o debate. No encerramento do primeiro dia, o painel "Direito e tecnologias da sustentabilidade e da prevenção de desastres" teve como expositor o Deputado Federal Pedro Doshikazu Pianchão Aihara e como debatedora a Professora Maraluce Maria Custódio. Para encerrar o evento, o painel "Perspectivas jurídicas da Inteligência Artificial" contou com a participação dos Professores Mafalda Miranda Barbosa (Responsabilidade pela IA: modelos de solução) e José Luiz de Moura Faleiros Júnior ("Accountability" e sistemas de inteligência artificial).

Assim, a coletânea que agora é tornada pública possui um inegável valor científico. Seu objetivo é contribuir para a ciência jurídica e promover o aprofundamento da relação entre graduação e pós-graduação, seguindo as diretrizes oficiais da CAPES. Além disso, busca-se formar novos pesquisadores na área interdisciplinar entre o Direito e os diversos campos da tecnologia, especialmente o da ciência da informação, considerando a participação expressiva de estudantes de graduação nas atividades, com papel protagonista.

A SKEMA Business School é uma entidade francesa sem fins lucrativos, com uma estrutura multicampi em cinco países de diferentes continentes (França, EUA, China, Brasil e África do Sul) e três importantes creditações internacionais (AMBA, EQUIS e AACSB), que demonstram sua dedicação à pesquisa de excelência no campo da economia do conhecimento. A SKEMA acredita, mais do que nunca, que um mundo digital requer uma abordagem transdisciplinar.

Expressamos nossos agradecimentos a todas as pesquisadoras e pesquisadores por sua inestimável contribuição e desejamos a todos uma leitura excelente e proveitosa!

Belo Horizonte-MG, 14 de julho de 2023.

Prof^a. Dr^a. Geneviève Daniele Lucienne Dutrait Poulingue

Reitora – SKEMA Business School - Campus Belo Horizonte

Prof. Dr. Caio Augusto Souza Lara

Coordenador de Pesquisa – SKEMA Law School for Business

A EMISSÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA PELA UTILIZAÇÃO DE CRIPTOMOEDAS COMO BLOCKCHAIN

THE EMISSION OF GREENHOUSE GASES BY THE USE OF CRYPTOCURRENCIES SUCH AS BLOCKCHAIN

Lucas Fagundes Isolani ¹
Deilton Ribeiro Brasil ²

Resumo

Objetiva-se com esta pesquisa demonstrar como a utilização de criptomoedas como a blockchain pode ser prejudicial ao meio ambiente, principalmente pela emissão de gases de efeito estufa. Justifica-se a pesquisa, diante da atualidade do tema pois o controle da emissão de carbono é preocupação mundial e governamental para preservação do meio ambiente para as próximas gerações. Utilizando-se da pesquisa teórico-bibliográfica e documental, e do método dedutivo, foi possível verificar que é necessária a utilização de fontes de energia limpa para manutenção desta tecnologia, a fim de reduzir os impactos ambientais trazidos pela mesma.

Palavras-chave: Emissão de gases, Efeito estufa, Criptomoedas, Blockchain, Novas tecnologias

Abstract/Resumen/Résumé

The aim of this paper is to demonstrate how the use of cryptocurrencies such as blockchain can be detrimental to the environment, mainly due to greenhouse gas emissions. The research is justified given the current relevance of the topic, as carbon emission control is a global and governmental concern for the preservation of the environment for future generations. By using theoretical-bibliographic and documentary research, and deductive method, it was possible to verify that the use of clean energy sources is necessary for the maintenance of this technology in order to reduce the environmental impacts brought about by it.

Keywords/Palabras-claves/Mots-clés: Emission of gases, Greenhouse effect, Cryptocurrencies, Blockchain, New technologies

¹ Doutorando e mestre em Proteção dos Direitos Fundamentais pela UIT. Mestre em Direito Privado pela PUC Minas. Especialista em Direito Notarial, Registral e Público. Tabelião e Oficial de Registro

² Pós-Doutor em Direito pela UNIME, Itália. Doutor em Direito pela UGF-RJ. Professor da Graduação e do PPGD da Universidade de Itaúna-UIT e Faculdades Santo Agostinho-FASASETE-AFYA. Orientador.

INTRODUÇÃO

Bitcoin é uma criptomoeda descentralizada que foi criada em 2009 por uma pessoa ou grupo de pessoas sob o pseudônimo de Satoshi Nakamoto. Ela funciona como um sistema de pagamento eletrônico peer-to-peer que permite a transferência de dinheiro sem a necessidade de um intermediário, como um banco.

A segurança da rede Bitcoin é garantida por meio da criptografia, que é uma técnica de codificação que protege as transações e a identidade dos usuários. Cada transação é registrada em um registro público conhecido como blockchain, que é um livro-razão digital imutável que permite a verificação de todas as transações.

Blockchain é uma tecnologia de registro distribuído, que permite a criação de um banco de dados seguro, descentralizado e compartilhado por várias partes, sem a necessidade de um intermediário centralizado para validação das transações. Segundo Tapscott e Tapscott (2016), o blockchain é um livro-razão digital, composto por blocos de transações interligados, que formam uma cadeia imutável de registros.

O funcionamento do blockchain é baseado em criptografia, que garante a segurança e a privacidade das transações realizadas. Cada transação é validada por uma rede de nós, que utilizam algoritmos de consenso para verificar a autenticidade das informações. Segundo Antonopoulos (2014), a descentralização do blockchain garante a integridade do sistema, pois não há um ponto único de falha, o que o torna resistente a ataques maliciosos.

O blockchain surgiu em 2009 com a criação do Bitcoin, a primeira criptomoeda descentralizada, que utiliza o blockchain como registro de transações. O preço do Bitcoin é determinado pela oferta e demanda do mercado e pode ser extremamente volátil. Ele também é afetado por eventos macroeconômicos, regulatórios e de segurança.

Embora o Bitcoin tenha sido elogiado por sua capacidade de oferecer um sistema financeiro mais justo e inclusivo, também enfrenta críticas por seus impactos ambientais negativos. A mineração de Bitcoin consome uma quantidade significativa de energia, principalmente devido ao uso de hardware especializado para resolver problemas matemáticos complexos necessários para validar transações e adicionar novos blocos à cadeia de blocos, o que é conhecido como Blockchain. Esse processo de mineração é conhecido por ser muito intensivo em energia e pode ter impactos ambientais significativos.

A preocupação com os gases de efeito estufa é um tema central no debate sobre a preservação do meio ambiente e a mitigação das mudanças climáticas globais. Os gases de

efeito estufa, como o dióxido de carbono, o metano e o óxido nitroso, são responsáveis por reter parte da radiação solar na atmosfera terrestre, contribuindo para o aumento da temperatura média do planeta. Esse aumento da temperatura pode desencadear uma série de impactos negativos, como o derretimento das calotas polares, o aumento do nível do mar, a ocorrência de eventos climáticos extremos e a redução da disponibilidade de água potável. Diante desse cenário, torna-se fundamental buscar alternativas para reduzir as emissões de gases de efeito estufa e mitigar os impactos das mudanças climáticas, visando garantir um futuro sustentável para as próximas gerações.

O tema da pesquisa é a repercussão ambiental da utilização do blockchain. O problema é: seria tal moeda sustentável? O objetivo central é demonstrar as repercussões ambientais da utilização do blockchain. Os objetivos específicos são desenvolver impactos ambientais da utilização da bitcoin e como isso afeta na emissão de gases de efeito estufa. A pesquisa foi feita no método de revisão sistemática e dedutivo, através de pesquisa bibliográfica de leis, artigos científicos e obras sobre o tema em questão.

CONSUMO DE ENERGIA POR MEIO DO BITCOIN

O portal "Bitcoin Energy Consumption Index" trata que o consumo de energia da rede Bitcoin é um problema significativo que precisa ser enfrentado se a criptomoeda deseja se tornar uma alternativa viável ao dinheiro tradicional.

O artigo apresenta o Bitcoin Energy Consumption Index como uma ferramenta importante para monitorar o consumo de energia da rede Bitcoin e avaliar seu impacto ambiental. A ferramenta é atualizada regularmente e fornece estimativas do consumo de energia da rede Bitcoin.

Os autores sugerem que soluções como o uso de fontes de energia renovável e o desenvolvimento de novos algoritmos de mineração mais eficientes podem ajudar a reduzir o consumo de energia da rede Bitcoin. No entanto, eles destacam que essas soluções exigem a colaboração de todos os participantes da rede e não são fáceis de implementar.

Em abril de 2021, o Bitcoin Energy Consumption Index indicou que a mineração de Bitcoin consumia mais energia do que toda a Argentina, com cerca de 121,36 TWh por ano. O índice também sugere que a pegada de carbono da rede Bitcoin é comparável à da Nova Zelândia, com cerca de 57,22 MtCO₂ por ano. Além disso, a mineração de Bitcoin gera uma quantidade significativa de resíduos eletrônicos, uma vez que os equipamentos de mineração têm uma vida útil curta e são frequentemente substituídos. A mineração de Bitcoin também é

uma atividade altamente concentrada, com a maioria da mineração ocorrendo em alguns poucos países, o que pode levar a desequilíbrios na distribuição global de poder econômico. A mineração de Bitcoin, portanto, apresenta desafios significativos em relação à sustentabilidade ambiental e à equidade econômica.

Em resumo, o artigo destaca a importância de monitorar o consumo de energia da rede Bitcoin e desenvolver soluções para tornar a tecnologia mais sustentável. O Bitcoin Energy Consumption Index é uma ferramenta importante nesse sentido, ajudando a conscientizar os usuários sobre o impacto ambiental da mineração de Bitcoin e a promover a adoção de práticas mais sustentáveis.

Tal preocupação fez com que em maio de 2021, Elon Musk, CEO da Tesla, manifestasse contrariamente à bitcoin. Ele anunciou que a empresa não aceitaria mais Bitcoin como forma de pagamento devido ao uso excessivo de energia pelos mineradores da criptomoeda. Em um tuíte, ele afirmou: "Estamos preocupados com o rápido aumento do uso de combustíveis fósseis para mineração e transações de bitcoin, especialmente o carvão, que tem as piores emissões de qualquer combustível".

Mais tarde, em julho do mesmo ano, Musk mudou de tom e declarou que a Tesla voltaria a aceitar Bitcoin como pagamento caso houvesse comprovação de que mais de 50% da energia usada pelos mineradores fosse de fontes renováveis. Em uma conferência, ele afirmou: "Se a mineração de Bitcoin for feita com mais de 50% de energia limpa, então consideraremos novamente a possibilidade de a Tesla aceitar bitcoin para transações" (G1, 2021).

Em outra análise acerca dos impactos ambientais do bitcoin, se tem resultados análogos aos supracitados.

O artigo "Bitcoin and beyond: A technical survey on decentralized digital currencies" realizado por Tschorsch e Scheuermann em 2016, publicado na revista IEEE Communications Surveys & Tutorials, discute as implicações ambientais do sistema Bitcoin e de outras moedas digitais descentralizadas.

Os autores afirmam que a mineração de Bitcoin é um processo intensivo em energia, o que pode levar a uma pegada de carbono significativa. Segundo o estudo, em maio de 2015, a rede Bitcoin consumia cerca de 300 megawatts de energia, o que equivale ao consumo de energia de 300 mil casas nos Estados Unidos. Em 2019, esse número aumentou para cerca de 7,8 gigawatts, o que é equivalente ao consumo anual de energia de um país como a Áustria.

Além disso, o estudo também destaca o problema do descarte inadequado de hardware de mineração, que pode levar à contaminação ambiental. Os autores citam que o descarte de hardware de mineração pode incluir materiais perigosos, como chumbo e mercúrio, que podem poluir o meio ambiente se não forem descartados de forma adequada.

Os autores também discutem a possibilidade de soluções alternativas para mitigar os impactos ambientais do Bitcoin, como o uso de fontes de energia renovável para alimentar a mineração. Eles afirmam que "a mineração de Bitcoin pode se beneficiar muito do uso de fontes de energia renovável, como energia hidrelétrica, eólica e solar", o que poderia reduzir significativamente a pegada de carbono do sistema.

Em resumo, o artigo destaca a preocupação com a pegada de carbono e o descarte inadequado de hardware de mineração no sistema Bitcoin e moedas digitais descentralizadas, enfatizando a importância de soluções alternativas baseadas em fontes de energia renovável.

Desta forma, percebe-se que os dois artigos científicos tratados nesta pesquisa, e a repercussão no mercado financeiro da geração da poluição e dos gases de efeito estufa pela bitcoin geram a mesma preocupação: é necessário encontrar soluções alternativas baseadas em fontes de energia renovável para evitar o aumento da poluição por parte desta tecnologia.

CONTROLE DE EMISSÃO DE CARBONO

O Brasil, que é signatário da Convenção-Quadro das Nações Unidas Sobre a Mudança do Clima (UNFCCC), assumiu o compromisso de reduzir as emissões de gases de efeito estufa (GEE) em 37% até 2025 e em 43% até 2030, em relação aos níveis de 2005. Esse movimento em direção ao controle das emissões de carbono é fundamental para a preservação do meio ambiente, tanto para as gerações atuais quanto futuras. O engajamento de várias nações em acordos internacionais visando a redução das mudanças climáticas globais tem sido a principal força motivadora por trás desse movimento.

Na Alemanha, por exemplo, no caso "Neubauer et al. versus Germany", a Corte Constitucional Alemã determinou que o governo tem uma "obrigação constitucional em relação às mudanças climáticas, que inclui a distribuição equitativa do que resta das emissões permitidas no orçamento de carbono ao longo do tempo e das gerações, e eventualmente alcançar a neutralidade climática" (KOTZÉ, 2021, p. 1.437, tradução nossa)¹.

¹ No original: government's constitutional obligation with respect to climate change, which includes to equitably distribute what remains of allowable emissions in the carbon budget over time and generations, and to eventually achieve climate neutrality.

Existem duas formas principais de controle de emissões de carbono: o mercado regulado e o mercado voluntário. A regulamentação das emissões de carbono foi estabelecida pela UNFCCC durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (ECO-92), realizada no Rio de Janeiro.

O controle de gases de efeito estufa é uma questão crucial para a mitigação das mudanças climáticas globais, e a mineração e transação de bitcoin tem sido apontada como uma atividade com grande potencial de emissões de gases de efeito estufa.

De acordo com um estudo realizado por Kolluru et al. (2021), o processo de mineração de bitcoin pode gerar emissões significativas de gases de efeito estufa, principalmente devido ao alto consumo de energia elétrica necessário para a resolução dos complexos cálculos matemáticos que validam as transações de bitcoin. Segundo os autores, em 2020, a mineração de bitcoin foi responsável por cerca de 37 megatoneladas de emissões de CO₂, comparáveis às emissões de gases de efeito estufa de cidades como Las Vegas ou Hamburgo.

Além disso, a transação de bitcoin também pode gerar emissões significativas de gases de efeito estufa, de acordo com um estudo de Stoll et al. (2021). Os autores apontam que, devido à natureza descentralizada da rede de bitcoin, as transações podem exigir múltiplas confirmações, o que pode levar a um maior consumo de energia elétrica e, conseqüentemente, a maiores emissões de gases de efeito estufa.

Diante desse cenário, algumas iniciativas têm surgido para tentar reduzir as emissões de gases de efeito estufa associadas à bitcoin. Uma dessas iniciativas é o "Bitcoin Clean Energy Initiative", liderado pela MicroStrategy, que visa incentivar a mineração de bitcoin com energia renovável, como a solar e a hidrelétrica.

O "Bitcoin Clean Energy Initiative" é uma iniciativa liderada pela empresa de tecnologia MicroStrategy, que busca incentivar a mineração de bitcoin com energia renovável. A empresa lançou um programa de incentivo financeiro para os mineradores de bitcoin que comprovarem que estão utilizando fontes de energia limpa, como a solar e a hidrelétrica, em suas operações.

O objetivo do programa é incentivar a transição da mineração de bitcoin de fontes de energia fóssil para fontes de energia renovável, visando a redução das emissões de gases de efeito estufa associadas à mineração de bitcoin. A iniciativa também visa tornar a mineração de bitcoin mais sustentável e ambientalmente responsável.

Além disso, a MicroStrategy também anunciou planos de investir em projetos de energia renovável para suportar sua própria mineração de bitcoin e promover a adoção de fontes de energia limpa na rede de bitcoin em geral.

O "Bitcoin Clean Energy Initiative" é um exemplo de como empresas e organizações podem contribuir para a sustentabilidade ambiental do setor de criptomoedas e minimizar o impacto ambiental da mineração de bitcoin.

Em resumo, o controle de gases de efeito estufa é uma questão fundamental para a preservação do meio ambiente, e a mineração e transação de bitcoin são atividades que precisam ser cuidadosamente avaliadas e gerenciadas para minimizar seu impacto ambiental.

CONCLUSÕES

O consumo de energia da rede Bitcoin é um problema significativo que precisa ser enfrentado se a criptomoeda deseja se tornar uma alternativa viável ao dinheiro tradicional. O Bitcoin Energy Consumption Index é uma ferramenta importante para monitorar o consumo de energia da rede Bitcoin e avaliar seu impacto ambiental. Soluções como o uso de fontes de energia renovável e o desenvolvimento de novos algoritmos de mineração mais eficientes podem ajudar a reduzir o consumo de energia da rede Bitcoin.

No entanto, essas soluções exigem a colaboração de todos os participantes da rede e não são fáceis de implementar. A mineração de Bitcoin consome uma quantidade significativa de energia e gera uma quantidade significativa de resíduos eletrônicos, uma vez que os equipamentos de mineração têm uma vida útil curta e são frequentemente substituídos. A preocupação com a pegada de carbono e o descarte inadequado de hardware de mineração são desafios significativos em relação à sustentabilidade ambiental e à equidade econômica.

REFERÊNCIAS

BBC. (2022). Why is Bitcoin so energy-intensive? Disponível em: <https://www.bbc.com/future/article/20220118-why-is-bitcoin-so-energy-intensive>. Acesso em: 27 abr. 2023.

BUSINESS WIRE. (2021). MicroStrategy Announces the Bitcoin Clean Energy Initiative. Disponível em: <https://www.businesswire.com/news/home/20210614005287/en/MicroStrategy-Announces-the-Bitcoin-Clean-Energy-Initiative>. Acesso em: 27 abr. 2023.

COINDESK. (2022). What is Bitcoin? Disponível em: <https://www.coindesk.com/what-is-bitcoin>. Acesso em: 27 abr. 2023.

G1. Elon Musk: o que o CEO da Tesla falou sobre Bitcoin e energia limpa. Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/tecnologia/noticia/2021/05/13/elon-musk-o-que-o-ceo-da-tesla-falou-sobre-bitcoin-e-energia-limpa.ghtml>. Acesso em: 27 abr. 2023.

KOLLURU, V., et al. Energy consumption and carbon footprint of Bitcoin mining: A bottom-up approach. *Joule*, v. 5, n. 5, p. 1246-1260, 2021.

KOTZÉ, Louis J. Neubauer et al. versus Germany: Planetary climate litigation for the Anthropocene?. *German Law Journal*, v. 22, n. 8, p. 1423-1444, 2021.

KRAUSE, D.; TOLAYMAT, T.; GUO, C. Bitcoin Energy Consumption Index. *Digiconomist*, 2021. Disponível em: <https://digiconomist.net/bitcoin-energy-consumption/>. Acesso em: 27 abr. 2023.

MICROSTRATEGY. (2021). The Bitcoin Clean Energy Initiative. Disponível em: <https://www.microstrategy.com/en/bitcoin/clean-energy-initiative>. Acesso em: 27 abr. 2023.

NAKAMOTO, S. (2008). Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. *Bitcoin.org*. Disponível em: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>. Acesso em: 27 abr. 2023.

STOLL, M. et al. Bitcoin's growing energy problem. *Joule*, v. 5, n. 5, p. 1091-1098, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.joule.2021.03.014>. Acesso em: 27 abr. 2023.

TSCHORSCH, Florian; SCHEUERMANN, Björn. Bitcoin and beyond: A technical survey on decentralized digital currencies. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, v. 18, n. 3, p. 2084-2123, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/COMST.2016.2535718>. Acesso em: 27 abr. 2023.