

O MEIO DIGITAL E O MEIO AMBIENTE: CONSIDERAÇÕES SOBRE A BLOCKCHAIN, ATIVOS VIRTUAIS E SEUS EFEITOS NO MEIO AMBIENTE

YAGO MAGALHÃES FONTES¹

¹Licenciatura em Geografia pelo Centro Universitário ETEP (2022), Tecnólogo em Comércio Exterior pelo Centro Paula Souza FATEC-PG (2020). Tendo experiência em Comércio Exterior e Pesquisas. Voluntário pelas causas ambientais junto da organização Greenpeace Brasil (2020). Voluntário em Pesquisas sobre o COVID-19 pela Fold At Home (2020). yago251715mgf@gmail.com

RESUMO

Atualmente com os avanços tecnológicos nos formatos de comunicação virtual, a adaptação de interações entre as pessoas tem se expandido cada vez mais, ao ponto de criar metaversos, também chamados de ambientes virtuais de imersão, e também comércios de ativos tangíveis e intangíveis, como as criptomoedas e os Tokens Não-Fungíveis (NFTs). Todos esses elementos possuem uma ligação em comum, eles se conectam através da tecnologia chamada de blockchain, sendo essa uma codificação virtual e imutável, de segurança e de registro de ativos. É notável que a blockchain possui sua importância de registro no mantimento da originalidade da venda de itens e segurança nas trocas ou compra e transferências de criptomoedas. Entretanto, é importante entender como essas atividades podem ser danosas ao meio ambiente. As atividades de venda, troca ou registro de ativos não tangíveis, e até mesmo a mineração ou compra de ativos tangíveis ou não tangíveis através de criptomoedas causam uma alta pegada de carbono no processo de blockchain, pois tal demanda muita energia, energia essa que é gasta em cada movimentação, chegando a causar milhares de quilogramas de dióxido de carbônico (CO²). Através de uma metodologia bibliográfica e qualitativa, esse artigo demonstra em um primeiro momento o que são esses conceitos, como eles se conversam e seus efeitos referente ao consumo de energia, e por fim os elementos que sustentam essas ideias, como o meio ambiente é afetado continuamente pelos mesmos e as medidas reparatórias existentes. **Palavras-chave:** Análise; Poluição; Meio Ambiente; Meio Digital.

THE DIGITAL ENVIRONMENT AND THE ENVIRONMENT: CONSIDERATIONS ABOUT THE METAVERSE AND NFTs AND THEIR EFFECTS ON THE ENVIRONMENT

ABSTRACT

Nowdays, with technological advances in virtual communication formats, the adaptation of interactions between people has increasingly expanded, to the point of creating metaverses, also called immersive virtual environments, and also trade in tangible and intangible assets, such as cryptocurrencies and Non-Fungible Tokens (NFTs). All of these elements have a common connection, they are connected through technology called blockchain, which is a virtual and immutable coding for security and asset registration. It is notable that blockchain has its importance as a record in maintaining the originality of the sale of items and security in exchanges or purchases and transfers of cryptocurrencies. However, it is important to understand how these activities can be harmful to the environment. The activities of selling, exchanging or registering non-tangible assets, and even mining or purchasing tangible or non-tangible assets through cryptocurrencies cause a high carbon footprint in the blockchain process, as this requires a lot of energy, energy that is spent on each movement, causing thousands of kilograms of carbon dioxide (CO²). Through a bibliographic and qualitative

methodology, this article first demonstrates what these concepts are, how they interact with each other and their effects on energy consumption, and finally the elements that support these ideas, how the environment is affected. continuously by them and the existing remedial measures.

Keywords: Analysis; Pollution; Environment; Digital Environment.

INTRODUÇÃO

Segundo a IBM (2022) o avanço das novas tecnologias voltadas para imersão digital, também gerou um avanço dos gastos excessivos no consumo de energia e pegada de carbono, pois o registro e a comercialização de NFTs, ou até mesmo ativos tangíveis através de criptomoedas, demandam um formato de produção denominado como *blockchain*, sendo *blockchain* uma tecnologia de registro imutável de transações e rastreamento de ativos, tendo como objetivo redução de riscos e corte de custos nas operações. Esse formato de registro de ativos e de transações virtuais pode resultar em grande emissão de carbono, onde tratando-se de criptomoedas é cabível citar o *bitcoin*, sendo essa uma das mais usadas criptomoedas, onde de acordo com Romeiro (2021), sua produção através de hardwares (também chamada de “mineração”) é capaz de gastar até 107.815 kilowatts somente para a produção de uma unidade de bitcoin, demorando até 67.385 horas para sua produção, podendo gerar por conta desse gasto de energia até 97.762 Kg de CO².

O gasto excessivo de energia envolvido na transação e registro desses ativos virtuais, não são somente contabilizados na primeira ação, mas também em cada uma das movimentações ocorridas, sendo assim esses valores de milhares de kg de CO² ocorre consistentemente em cada criação de criptomoeda e também transferência de criptomoeda. Em uma pesquisa realizada por Trespalacios e Dijk (2020) do banco holandês DeNederlandscheBank, constatou-se que em apenas uma transação em *bitcoin* causa a emissão de 402 quilogramas de CO², sendo comparável a dois terços das emissões mensais de uma família holandesa média.

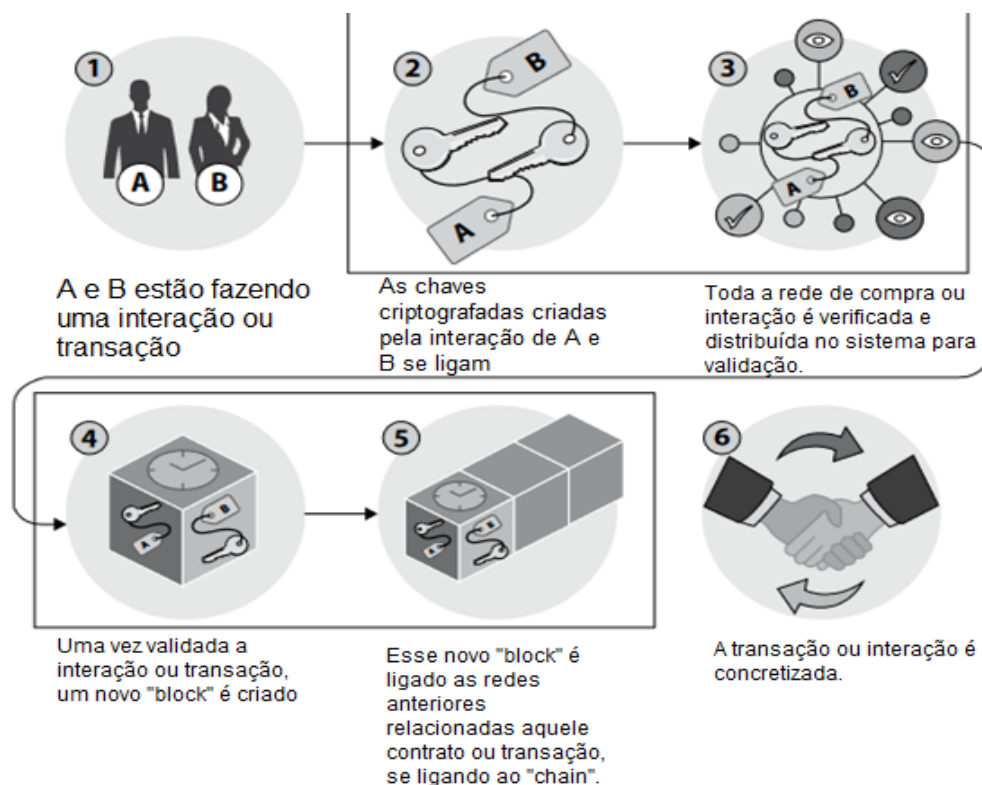
Este estudo tem como objetivo principal apresentar e detalhar os conceitos e elementos relacionados a *blockchain* e pegada de carbono, em seguida demonstrar os efeitos de tais operações ao meio ambiente e à sociedade, e por fim, analisar as medidas compensatórias e reparatórias existentes para essas operações digitais, considerando principalmente o crédito carbono e o acordo cripto climático. Este artigo foi realizado através de uma metodologia bibliográfica e qualitativa, estando de acordo com BRITO *et al* (2021), pois se trata de uma pesquisa de documentos e estudos de conhecimentos já produzidos sobre determinado assunto,

fundamentando-se em informações necessárias para respostas aos problemas de estudos pela investigação.

2 A BLOCKCHAIN E SEUS ELEMENTOS

A *blockchain*, sendo essa uma rede codificada tecnológica de registro imutável de ativos e criptomoedas, tem como capacidade o armazenamento de dados em seu sistema de redes para eliminar os riscos de falsificação e vulnerabilidade da legitimação de seus respectivos ativos, criptomoedas ou contratos inteligentes, sendo a *blockchain* um dos mais inovadores dos conceitos da Web3.0, sendo uma nova interação de internet baseada em descentralização e economia baseada em tokens. (BAMBARA e ALLEN, 2018).

IMAGEM 1 – Processo de registro ou transação pela *blockchain*.



Fonte: Bambara e Allen (2018) (traduzido pelo autor).

A *blockchain* funciona através de um sistema de criptografia onde durante a transação ou registro de ativo ou contrato, é criado um código chamado de “*block*” onde consta todas as informações sobre a transação ou registro, tal código é atrelado a outros códigos de transação (em caso de transação) formando uma forma de rede ou corrente chamada de “*chain*”, onde

demonstra todo o histórico de movimentação daquele ativo ou contrato, dando assim mais veracidade e segurança para a operação, como explicam BAMBARA e ALLEN (2018):

Embora tenha sido originalmente concebido para a moeda digital bitcoin, as comunidades de negócios e tecnologia estão encontrando muitos usos para o blockchain. O conhecimento dessa nova tecnologia será exigido não apenas pelos programadores, mas por todas as empresas (BAMBARA e ALLEN, 2018).

As criptomoedas são representações de ativos digitais tendo como principal objetivo ser um meio de troca digital e segura controlada por um sistema próprio. Também conhecida como criptoativos, as criptomoeda podem ser utilizadas para realizar a compra de ativos tangíveis e intangíveis (MILUTINOVIC, 2018).

As criptomoedas são mantidas também pelo modelo de *blockchain* em suas transações e são criadas através de um processo chamado “mineração” onde computadores de alta performance gastam um alto consumo de energia realizando cálculos e equações através de tentativa e erro para minerar criptomoedas nas *blockchains* para transação. Em essência a mineração descentraliza as funções de emissão e compensação de suas criptomoedas, sendo diferente de como ocorre com as moedas como nos bancos, realizando assim uma forma de validação via solução de equações de *blockchain*.

Segundo Lacerda (2022), as criptomoedas possuem seis condições que definem seu formato de funcionamento, sendo elas definidas pelos seus sistemas.

1. O sistema não requer uma autoridade central, seu estado é mantido por meio de consenso distribuído.
2. O sistema mantém uma visão geral das unidades de criptomoeda e sua propriedade.
3. O sistema define se novas unidades de criptomoeda podem ser criadas, o sistema define as circunstâncias de sua origem e como determinar a propriedade dessas novas unidades.
4. A propriedade de unidades de criptomoeda pode ser provada exclusivamente por criptografia.
5. O sistema permite que transações sejam executadas, nas quais a propriedade das unidades criptográficas é alterada. Um extrato de transação só pode ser emitido por uma entidade que comprove a propriedade atual dessas unidades.
6. Se duas instruções diferentes para alterar a propriedade das mesmas unidades criptográficas forem inseridas simultaneamente, o sistema executará no máximo uma delas (LACERDA, 2022, p.13).

As NFTs sendo tokens não fungíveis são ativos não tangíveis que podem ser consideradas desde contratos inteligentes até artes digitais, possuindo inúmeras variações e padrões, porém tendo em comum somente algumas características principais sendo elas a exclusividade, transparência, comprovação de propriedade, programabilidade de ativos e

imutabilidade de registros, sendo todos esses fatores mantidos através do sistema *blockchain* (LACERDA, 2022).

3 OS EFEITOS DAS ATIVIDADES BLOCKCHAIN NAS ESFERAS AMBIENTAIS E SOCIAIS

No modelo *blockchain* sempre que há uma movimentação, uma criação ou transação de algum bem, seja tangível ou intangível, sejam NFTs ou criptomoedas, cada movimentação cria um novo depósito de dados chamado de *block*, que se liga ao histórico de movimentações da *chain*, e a cada criação desse novo *block* gera um alto custo de eletricidade, custo esse computacionalmente caro de acordo. Como explica Divino e Antunes (2021), onde afirmam que o *bitcoin* teve em uma das primeiras decodificações de *blockchain* um consumo de até mesmo em 73,1 terawatt-hora (TWh).

Os mesmos também apontam que em 2021, o Índice de Consumo de Eletricidade Bitcoin de Cambridge (CBECI), junto ao Índice de Consumo de Energia Bitcoin (BECI), estimaram que a *blockchain* e sua rede consumia anualmente entre 106,41 a 122,22 terawatt-hora (TWh) tendo um consumo de energia elétrica superior ao consumo anual da Argentina (DIVINO e ANTUNES, 2021).

Com relação as NFTs, o consumo não fica muito distante. Segundo Truby *et al* (2022), através do sistema de *blockchain* Ethereum, uma NFT chega a gastar por transação cerca de 85,47 kg CO², e considerando seu volume de movimentações onde somente em 2021 foram movimentadas mais de 900mil NFTs, esse número se torna cada vez mais grave tornando a própria *blockchain* do sistema Ethereum uma constante consumidora de energia e geradora de carbono, gerando até mesmo 36.92 Megatons de CO² (Mt CO²) Muito menor que o *bitcoin* que possui uma geração de até mesmo 83.44 Mt CO².

Os efeitos no meio ambiente podem ser desastrosos, como explica Truby *et al* (2022) ao demonstrar que a continuidade da operação de *blockchain* 's no atual modelo pode afetar o meio ambiente por conta da pegada de carbono gerada por essas atividades, pois considerando que a geração de até 36,92 Mt CO², entende-se que para gerar esse consumo energético nas atuais circunstâncias de produção de energia, seria necessário poluir em até 36,92Mt CO² através dos atuais métodos de geração de energia, considerando métodos que usam a queima de carvão, combustíveis fósseis e outras formas de produção energética que prejudicam o meio ambiente.

Os ativos em forma de criptomoedas, assim como as demais atividades da *blockchain*, são capazes até mesmo de afetar o meio ambiente em sua questão climática com sua emissão

constante e excessiva de CO², isso é demonstrado através da pesquisa de Egiyi e Ofoegbu (2020), onde os mesmos apontam que:

[...] Se o bitcoin continuar sua trilha, poderá gerar emissões suficientes para elevar as temperaturas globais para 2 graus Celcius até 2033. Isso é viável se o bitcoin for adotado mesmo na taxa mais baixa em que outras tecnologias foram incorporadas. Os pesquisadores examinaram a eficiência energética de circuitos integrados específicos de aplicativos (ASICs), que são atualmente usados para mineração de bitcoin, após o que eles consideraram os locais onde o bitcoin é provavelmente calculado e as emissões de CO² equivalentes, levando em consideração os combustíveis de produção de eletricidade nesses locais. Concluiu-se que o aumento da mudança climática de 2 graus Celsius poderia levar a mudanças catastróficas e irreversíveis na Terra. (EGIYI e OFOEGBU, 2020, p.18).

Com relação aos efeitos na esfera social, pode ser citado o acontecimento de crise energética no Irã em 2021, onde o consumo constante de energia advinda da mineração de bitcoins acabou por causar uma série de apagões no país, ao ponto de o governo iraniano proibir os mineradores de criptomoedas licenciados ou não de minerar tais ativos durante todo o verão, os consumos de energia chegaram a alcançar mais de 2 gigawatts.

Outro exemplo que pode ser citado é a crise de El Salvador, quando o país decidiu oficializar o bitcoin como uma moeda oficial, gerando uma grande alteração na funcionalidade financeira quando a criptomoeda enfrentou uma grande desvalorização recentemente.

Em 7 de setembro de 2021, entrou em vigor a “Lei Bitcoin” em El Salvador, que permitia o país adotar como uma moeda oficial nacional a criptomoeda bitcoin, compreendendo como parte de sua composição econômica e monetária, tendo parte de seus artigos descritos para um menor controle monetário na adoção desse método (VASCONCELOS, 2022).

As disposições estabelecidas nos artigos seguintes regulam aspectos específicos do funcionamento do bitcoin, destacando-se o seguinte:

- (i) O câmbio entre as duas moedas nacionais é determinado livremente pelas forças do mercado, isto é, pela lei da oferta e da procura (artigo 2.º);
- (ii) Todos os preços de bens e serviços podem ser expressos em bitcoin (artigo 3.º);
- (iii) Todos os impostos podem ser liquidados em bitcoin (artigo 4.º), assim como quaisquer obrigações assumidas em data anterior à vigência da lei (artigo 13);
- (iv) As negociações em bitcoin não estarão sujeitas ao imposto sobre ganhos de capital (artigo 5.º);
- (v) Para efeitos contáveis, a moeda de referência a utilizar continuará a ser o dólar (artigo 6.º);
- (vi) Todos os agentes econômicos estão obrigados a aceitar pagamentos em bitcoin (artigo 7.º), exceto se, de maneira comprovada, não tiverem acesso às

tecnologias requeridas para o efeito (artigo 12.º). (VASCONSELOS, 2022).

As atividades da blockchain sejam através de mineração de criptomoedas ou movimentações de ativos, agem como uma forma de investimento baseada em especulação financeira, considerando sua forma constantemente volátil de valor, que atinge níveis insustentáveis de alto custo computacional, cabe afirmar que tais investimentos podem ser considerados até mesmo como uma nova "tulipa", termo utilizado para se referir a uma bolha de investimentos, inspirado pela primeira bolha financeira documentada na Holanda em 1630 quando as tulipas chegaram a valer mais do que uma casa, como explica Meira *et al* (2019).

Já em bolhas, existe um movimento especulativo enorme, beirando uma histeria irracional, em busca de altos ganhos no curto prazo sobre uma supervalorização desses bens. Ocorre uma verdadeira escalada na demanda pelo bem, alimentado por um comportamento de manada desses investidores, que no medo de "ficarem de fora", elevam a demanda a patamares irracionais e puramente especulativos, deslocando o preço desse bem a patamares insustentáveis, e tentam manter os preços nesses patamares, de forma artificial, buscando mais e mais ganhos (MEIRA *et al*, 2019, p.72).

A interpretação de tais atividades sendo comparada com a Mania das Tulipas demonstra que para além dos fatores negativos que o sistema *blockchain* e seu mercado oferecem para o meio ambiente, também oferece uma volatilidade maior e de alto risco para o mercado financeiro.

4 MEDIDAS DIGITAIS REPARATÓRIAS PARA OS IMPACTOS DE ATIVIDADES DE BLOCKCHAINS

Compreendendo os impactos ambientais que as atividades de blockchains podem causar, existe uma necessidade de criação de medidas reparatórias que visam a minimização desses impactos sem afetar ou interromper a continuidade de tais atividades, algumas das medidas que podem ser citadas são as políticas de crédito de carbono e o *Crypto Climate Accord* (Acordo Cripto Climático).

Apoiado por grandes empresas que operam com a mineração de criptomoedas e que trabalham direta ou indiretamente com o sistema *blockchain*, tais como KPMG, Argo Blockchain e Hut 8 Mining, o Acordo Cripto Climático tem como objetivo principal descarbonizar a indústria global de criptomoedas, tendo em vista seus impactos climáticos, através de medidas que venham a gerar um valor zero de gases de efeito estufa até 2040.

Dessa forma esse acordo atuaria em duas medidas, que seriam atingir de o valor zero de emissão de consumo de eletricidade pelos assinantes até 2030, e também o desenvolvimento de

tecnologias e métodos para acelerar a adoção de *blockchains* inteiramente movidas por energias renováveis (Crypto Climate Accord, 2022).

O Acordo Cripto Climático (2022) trabalha em seis princípios sendo eles: o avanço do uso de energias renováveis; incentivo para emissão zero; compreensão da necessidade de ação rápida; descentralização da tecnologia *blockchain*; ação voluntária liderada pelo setor privado sobre a descarbonização por fim a cooperação entre as empresas e investimentos relacionados a atividades voltadas para *blockchains*.

De acordo com a Johnson e Pingali (2021), existem em três escopos que determinam os tipos de emissão direta e indireta de CO², esses escopos são base para as formas de contabilidade de dados ambientais gerados pelas atividades *blockchain*.

O primeiro o escopo de emissão de CO² trata da emissão direta, como a queima de combustíveis e gás natural. O segundo escopo trata da emissão indireta como o aumento de gastos de energia que demandam uma maior operação de atividades poluentes para geração de energia, aumentando por exemplo as atividades de emissão de usinas de gás natural. Enquanto o terceiro escopo seria sobre a emissão indireta ligada a cadeia de suprimentos, como gasto de combustíveis e resíduos criados pela cadeia de suprimentos de tudo o que é consumível, inclusive energia.

Tais escopos deram base para a criação de três formas de contabilizar os danos voltados para as atividades *blockchain*. (JOHNSON e PINGALI, 2021)

- Contabilidade de atribuição com base na localização: Esta abordagem usa média fatores de emissão baseados na geração mix para a rede elétrica local de uma instalação. Esses fatores de emissão médios são combinados com o consumo de eletricidade para calcular as emissões que devem ser relacionados ao Escopo 2.
- Contabilidade de atribuição baseada no mercado: Esta abordagem baseia-se a abordagem baseada na localização, mas também em conta fatores além da rede local mix de geração que pode se ajustar (contando com formas de redução e danos) como varejo compras de eletricidade verde, renováveis contratos de compra de energia (PPAs), e certificados de atributos energéticos desagregados (EACs), como certificados de energia renovável (RECs) e garantias de origem (GOs).
- Contabilidade Consequencial: Esta abordagem usa taxas de emissões marginais (em vez de fatores de emissão médios), emissionalidade (ou seja, regulação de emissão), e outros métodos para entender como as operações das instalações de um operador de mineração, estratégias e investimentos fazem as emissões da rede aumentam ou diminuem. Enquanto abordagens de atribuição podem avaliar como verde ou não um determinado operador de mineração é ou não é, a abordagem consequente ajuda entender o progresso em direção a uma descarbonização futuro de emissão zero para o setor de criptomoedas e blockchain. (JOHNSON e PINGALI, 2021, p.9).

Outra medida utilizada para reparar ou diminuir os impactos ambientais gerados pela blockchain é a criação de crédito carbono, que age indiretamente nesse mercado digital., onde através do Protocolo de Kyoto assinado em 1997 e colocado em prática em 2005, o crédito de carbono é uma medida criada para a diminuição de emissão de carbono através da criação de uma forma de moeda denominada de crédito que pode ser comercializada, sendo obtida através de negociações internacionais. Os créditos de carbono são adquiridos por países com menor emissão de CO², que fecham negócio com países poluidores. Para cada tonelada de carbono reduzida, o país recebe um crédito, variando o valor de acordo com o volume de emissão reduzida (Agência Senado, 2022).

Vale ressaltar que o principal objetivo do Mercado de Crédito de Carbono é negociar a não produção de um produto, sendo que este é um bem intangível o que o difere das commodities normais. Por ser um mercado novo e apresentar um cenário diferenciado, isto traz muitas incertezas para os investidores. As crises mundiais como dos Estados Unidos e da Europa interferiram profundamente no seu funcionamento, o que contribuiu para reforçar a incerteza para este mercado. Contudo, mesmo com o Mercado de Carbono possuindo muitas incertezas, foi possível verificar que uma atitude mais voltada para a preservação do meio ambiente, impôs uma mudança na tomada de decisões das organizações e de países com relação à área produtiva e de consumo. Apesar disso, tanto as organizações quanto alguns países que se preocupam com as questões ambientais e sociais também terão um retorno financeiro maior independente do Mercado de Carbono. As empresas terão um diferencial competitivo se produzirem produtos com baixa emissão de carbono, pois provavelmente esta atitude trará muitas oportunidades no futuro (SILVA E MACEDO, 2012, p.1667).

O crédito de carbono age através de uma demanda para a continuidade das operações, porém com uma reparação ambiental referente às consequências dessas operações, criando uma nova forma de negociação através de uma produção menos danosa ao meio ambiente, seja através da criação de projetos de reflorestamento ou outras formas de produção que sejam mais sustentáveis, isso ocorrendo através do crédito carbono agindo no mercado de carbono.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das das informações apresentadas, é cabível afirmar que as atividades de *blockchain* para a movimentação, registro e mineração de ativos tangíveis ou intangíveis, sendo criptomoedas ou NFTs, por conta do alto consumo de energia elétrica possuem a capacidade de causar danos ao meio ambiente, isso se demonstra através do consumo exorbitante de eletricidade e do custo computacional que essas atividades demandam, se equiparando ao consumo de elétrico de países como Argentina e Irlanda.

O alto consumo de energia elétrica para a manutenção das atividades *blockchain* também possuem a capacidade de gerar uma pegada de carbono relevante o suficiente para afetar o meio ambiente e a sociedade como um todo, seja na capacidade de gerar crises energéticas e apagões como no caso do Irã ou então em sua questão climática, onde é previsto que o mantimento do ritmo de atividades *blockchain* possui a capacidade de afetar a saúde climática.

Certamente, pode-se afirmar que o consumo exorbitante de energia elétrica para o uso em *blockchains* ao ponto de afetar as questões ambientais e sociais são exemplificados por casos isolados. No entanto, é preciso compreender esses eventos como os fenômenos científicos que são para que seja possível realizar as medidas compensatórias ou reparadoras dos efeitos negativos que essas atividades são capazes de gerar.

Tratando-se de medidas compensatórias ou reparadoras sobre atividades *blockchain* e emissões de CO², é preciso ter uma visão crítica sobre essas ações, o Acordo Crypto Climático por exemplo, não entra em detalhes sobre a resolução da baixa de emissões de CO², e define métodos de contabilidade de danos ambientais referentes à emissão de CO² que são na realidade métodos individuais, onde os próprios mineradores de criptomoedas e outras atividades de blockchain devem regular suas produções.

Analisando a medida do mercado de carbono, a criação de todo um mercado para apaziguar os danos ambientais é interessante para a demanda internacional, no entanto, é preciso compreender de que forma serão compensadas as emissões de carbono, se serão através de projetos de reflorestamento, qual seria o tipo de reflorestamento? Esse reflorestamento considera os tipos de biomas envolvidos? Ou então caso fossem realizados através de projetos de emissão de energia limpa, qual seria o tipo de energia? A falta de uma maior clareza nessa forma de medida compensatória acaba por gerar a necessidade de toda uma estrutura legal para seu controle.

Diante de tais fatores, é preciso questionar a viabilidade e sustentação dessas atividades de *blockchain*, pois grande parte de sua composição é atrelada a mineração e transações por criptomoedas ou registros e movimentações de NFTs, tendo consciência desse fator, e também de que tanto as NFTs e as criptomoedas possuem uma volatilidade financeira de alto risco, é cabível interpretar de tais ativos intangíveis como não somente uma bolha financeira como no caso da Mania das Tulipas, mas como uma bolha financeira com a capacidade de gerar consequências sociais e ambientais que ainda não possuem uma forma de compensação que condiz com o nível de poluição emitida.

REFERÊNCIAS

BAMBARA, Joseph J.; ALLEN, Paul R. Blockchain A Practical Guide to Developing Business, Law, and Technology Solutions. Disponível em: <<https://pdfuni.com/sample/IT/IT1-100/IT055/sample%EF%BC%8DBlockchain%201st%201E%20Joseph%20Bambara.pdf>>

Acesso em: 28 set. 2022.

BRITO, Ana Paula G.; OLIVEIRA, Guilherme S.; SILVA, Bruna A. A IMPORTÂNCIA DA PESQUISA BIBLIOGRÁFICA NO DESENVOLVIMENTO DE PESQUISAS QUALITATIVAS NA ÁREA DE EDUCAÇÃO. v. 20 n. 44 (2021): Cadernos da Fucamp. Disponível em: <<https://revistas.fucamp.edu.br/index.php/cadernos/article/view/2354>> Acesso em: 28 set. 2022.

CNN. “NFT” é eleita a palavra do ano pelo dicionário Collins. Disponível em: <<https://www.cnnbrasil.com.br/tecnologia/nft-e-eleita-a-palavra-do-ano-pelo-dicionario-collins/>> Acesso em: 07 out. 2022.

CRYPTO CLIMATE ACCORD. **Powering Crypto with 100% Renewables.** Disponível em: <<https://cryptoclimate.org/solutions/>> Acesso em: 21 out. 2022.

DIVINO, Sthéfano Bruno S.; ANTUNES, Beatriz G. B. A MINERAÇÃO DE CRIPTOMOEDAS E OS IMPACTOS AMBIENTAIS: REFLEXOS NA AGENDA 2030. RJLB, Ano 7 (2021), nº 6, 2179-2215. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Sthefano-Divino-2/publication/356681402_A_MINERACAO_DE_CRIPTOMOEDAS_E_OS_IMPACTOS_AMBIENTAIS_REFLEXOS_NA_AGENDA_2030/links/61a77de0aade5b1bf5f8802c/A-MINERACAO-DE-CRIPTOMOEDAS-E-OS-IMPACTOS-AMBIENTAIS-REFLEXOS-NA-AGENDA-2030.pdf> Acesso em: 15 out. 2022.

EGIYI, Modesta A.; OFOEGBU, Grace N. CRYPTOCURRENCY AND CLIMATE CHANGE:AN OVERVIEW. International Journal of Mechanical Engineering and Technology (IJMET) Volume 11, Issue 3, March 2020, pp. 15-22. Disponível em: <<http://eprints.gouni.edu.ng/2575/1/CRYPTOCURRENCCY%20AND%20CLIMATE%20CHANGE.pdf>> Acesso em: 16 out. 2022.

FORBES. **Em resposta a apagões, Irã reprime temporariamente mineração de bitcoins.** Disponível em: <<https://forbes.com.br/forbes-money/2021/05/em-resposta-a-apagoes-ira-reprime-temporariamente-mineracao-de-bitcoins/>> Acesso em: 16 out. 2022.

JOHNSON, Marc; PINGALI, Sahiti. . GUIDANCE FOR ACCOUNTING AND REPORTING ELECTRICITY USE AND CARBON EMISSIONS FROM CRYPTOCURRENCY. PRODUCED TO ADVANCE THE CRYPTO CLIMATE ACCORD DECEMBER 15, 2021. Disponível em: <<https://cryptoclimate.org/wp-content/uploads/2021/12/RMI-CIP-CCA-Guidance-Documentation-Dec15.pdf>> Acesso em: 22 out. 2022.

IBM. **What is blockchain technology?.** Disponível em:<<https://www.ibm.com/topics/what-is-blockchain>> Acesso em: 26 set. 2022.

LACERDA, José W. A. Tokens não fungíveis (NFT): características técnicas e oportunidades para profissionais de TI. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba

Campus Campina Grande. Disponível em:
<<https://repositorio.ifpb.edu.br/jspui/handle/177683/2473>> Acesso em: 05 out. 2022.

TRESPALACIOS, Juan Pablo; DIJK, Justin. **The carbono footprint of bitcoin**. Disponível em: < <https://www.dnb.nl/media/1ftd2xjl/the-carbon-footprint-of-bitcoin.pdf> > Acesso em: 05 dez. 2022.

MEIRA, Liziane A.; COSTAL, Glauco Z. Criptomoedas: Moedas, Ativo Financeiro Ou Uma Nova Tulipa?. *Economic Analysis of Law Review*, EALR, V. 10, nº 3, p.53-78, Set-Dez, 2019. Disponível em: <<https://www.proquest.com/openview/de1131cc553a0f32faffed31295ef508/1?pq-origsite=gscholar&cbl=1226335>> Acesso em: 20 out. 2022.

MILUTINOVIC, Monia. CRYPTOCURRENCY, University of Nis/Faculty of Economics. Vol. 64, january-march 2018, No 1, P. 95-104. Disponível em: <<https://scindeks-clanci.ceon.rs/data/pdf/0350-137X/2018/0350-137X1801105M.pdf>> Acesso em: 02 out. 2022.

ROMEIRO, Teófilo F. Bitcoin: A viabilidade de mineração no Brasil.FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS. Disponível em: <<https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/31333/Dissertacao%20teofilo-final%20-%20encader1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em: 25 set. 2022.

SILVA, Luciano F. S.; MACEDO, Amanda Helena. UM ESTUDO EXPLORATÓRIO SOBRE O CRÉDITO DE CARBONO COMO FORMA DE INVESTIMENTO. *Rev. Elet. em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, v(8), nº 8, p. 1651-1669, SET-DEZ, 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/reget/article/view/6315/pdf>> Acesso em: 23 out. 2022.

TRUBY, Jon; BROWN, Rafael D.; DAHDAL, Andrew.; IBRAHIM, Imad. *Energy Research & Social Science* Volume 88, June 2022, 102499. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221462962200007X>> Acesso em: 15 out. 2022.

VASCONCELOS, Angelina Inês G. Bitcoin, (des)regulação e barreiras estaduais à internacionalização: O caso de El Salvador. Faculdade de Economia, Universidade do Porto (FEP). Disponível em: <<https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/144225/2/584174.pdf>> Acesso em: 16 out. 2022.