

TOKENIZAÇÃO DOS CRÉDITOS DE CARBONO: DESAFIOS E POTENCIALIDADES PARA A ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA NA ECONOMIA VERDE

Nájila Medeiros Bezerra⁶⁷
José Irivaldo Alves Oliveira Silva⁶⁸

⁶⁷ Mestranda em Desenvolvimento Regional pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB).
E-mail: najilabezerra.adv@gmail.com

⁶⁸ Professor Associado na Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).
E-mail: jose.irivaldo@professor.ufcg.edu.br

Introdução

A crise ambiental global tem levado diversos setores da sociedade a repensarem suas práticas e a adotarem modelos mais sustentáveis. Com o aumento das emissões de gases de efeito estufa (GEE), a necessidade de uma economia menos dependente de carbono tornou-se premente.

O mercado de créditos de carbono surge como uma estratégia de mitigação, com o objetivo de reduzir essas emissões e estimular a transição para uma economia verde. Essa abordagem permite que empresas e governos compensem suas emissões, criando um sistema no qual aqueles que emitem menos podem negociar créditos com aqueles que excedem suas metas de emissão.

O desenvolvimento da tecnologia blockchain trouxe novas possibilidades para o mercado de carbono. A tokenização dos créditos de carbono, que transforma esses ativos em tokens digitais registrados em blockchain, visa trazer maior segurança e rastreabilidade às transações. A digitalização dos créditos facilita o monitoramento de cada unidade de crédito, previne fraudes e especulações, e assegura que os créditos não sejam contabilizados mais de uma vez. Além disso, a tokenização democratiza o acesso ao mercado de carbono, permitindo que mais investidores participem de forma segura e facilitada.

No Brasil, a administração pública também possui um papel crucial no incentivo ao mercado de carbono. Contudo, a burocracia e a falta de regulamentação específica para a tokenização de créditos de carbono são desafios a serem enfrentados. O objetivo deste estudo é, portanto, investigar o potencial da tokenização como aliada da administração pública, com foco na criação de uma economia verde e sustentável.

Objetivos

O estudo visa analisar como a tokenização dos créditos de carbono pode ser empregada pela administração pública brasileira para aprimorar a governança e a segurança no mercado de carbono. Os objetivos específicos incluem: Investigar como a tokenização dos créditos de carbono pode garantir a transparência e a confiabilidade das transações; avaliar os desafios regulatórios e tecnológicos que a administração pública brasileira enfrenta ao considerar a implementação da tokenização; e identificar as oportunidades de crescimento e inovação que a tokenização oferece para o desenvolvimento da economia verde no Brasil.

Metodologia

Para alcançar os objetivos propostos, esta pesquisa adota uma abordagem qualitativa e descritiva, empregando o método dedutivo. A investigação foi conduzida com base em uma análise teórica da literatura existente sobre créditos de carbono, blockchain e tokenização, além de revisão da legislação brasileira atual sobre ativos digitais.

A Lei 14.478/22, que regula criptoativos no Brasil, foi utilizada como base para discutir as limitações e as oportunidades regulatórias da tokenização. Além disso, foram consultadas fontes secundárias, como artigos acadêmicos, documentos institucionais e estudos de caso sobre o uso de blockchain em mercados de carbono em outros países.

Resultados

Os resultados sugerem que a tokenização dos créditos de carbono representa uma oportunidade significativa para modernizar o mercado de carbono, trazendo mais segurança e acessibilidade para investidores e para a administração pública. Abaixo, detalho os principais achados.

Histórico e Contextualização do Mercado de Carbono

Os créditos de carbono foram introduzidos no cenário internacional como parte das medidas de combate às mudanças climáticas. O Protocolo de Kyoto, em 1997, foi o primeiro tratado global a estabelecer limites para as emissões de GEE, criando um sistema de compensação por meio dos créditos de carbono. O Acordo de Paris, em 2015, reafirmou esses compromissos, incentivando as nações a estabelecerem metas ambiciosas de redução de carbono.

No tocante ao meio ambiente, é necessário um equilíbrio. Por isso, em 1997, com o Protocolo de Kyoto, houve a primeira iniciativa para estabelecer limites de emissão de gás carbônico e a sua comercialização como uma forma de moeda teve início em 2005. No âmbito dessas negociações, a redução ou absorção de gases de efeito estufa resulta na geração de créditos monetizáveis, certificados por organizações internacionais, como a ONU. Tais créditos podem ser transacionados entre empresas e nações para compensar impactos ambientais (FREIRE, 2023, p. 89).

Um marco adicional significativo foi o Tratado de Paris, de 2015, que estabeleceu novas diretrizes para o mercado de carbono. Essencialmente, esses créditos oferecem vantagens às empresas e projetos que investem em tecnologias limpas e conservação ambiental, enquanto também são utilizados para taxar grandes emissores de gases poluentes globalmente (FREIRE, 2023, p. 51).

Observa-se, portanto, a possibilidade de transações sobre serviços ambientais. Se não impor uma medida que faça com que a emissão dos gases se torne internalizada na estrutura das organizações, não será possível mitigar as consequências do aquecimento global. Até o momento, as metas de redução de carbono são obrigatórias apenas para países desenvolvidos que ratificaram o Protocolo de Quioto, mas essa definição pode sofrer alterações em breve. Nesse contexto, a precificação de carbono surgiu como uma alternativa para suavizar as consequências das emissões de gases do efeito estufa.

O mercado de carbono aguarda uma definição mais clara de seu modelo de negócios, prevista para surgir após o próximo encontro do Tratado de Paris, que reunirá as principais potências mundiais até o final do ano. Espera-se que, com a definição de metas mais ambiciosas de redução de emissões por parte de todos os países membros, o mercado de créditos de carbono cresça ainda mais.

Quanto ao funcionamento do mercado de carbono, cada tonelada de CO² evitada na atmosfera corresponde a um crédito de carbono. Esses créditos podem ser certificados por projetos ou empresas que conseguiram reduzir ou neutralizar suas emissões, mediante auditorias que certificam sua geração e emitem a documentação correspondente. Dada a complexidade e o custo desses processos, apenas grandes reduções são certificadas, considerando-se criteriosamente o custo-benefício (CUNHA, 2023, p. 7).

Após a certificação, os créditos podem ser transacionados em bolsas internacionais, entre empresas interessadas ou, mais recentemente, por meio de criptoativos de carbono. Esses créditos são gerados de várias maneiras, incluindo investimentos em energias renováveis, reformas industriais para reduzir emissões, preservação florestal e reflorestamento.

O Brasil, com sua vasta biodiversidade e florestas tropicais, possui grande potencial no mercado de carbono, principalmente por meio de projetos de conservação e reflorestamento. Em 2021, por exemplo, o Brasil estabeleceu seu próprio mercado regulado de carbono, permitindo que empresas negociem créditos para compensar suas emissões. Contudo, desafios como burocracia, falta de regulamentação e altos custos de transação têm limitado a eficácia desse mercado. É nesse contexto que a tecnologia blockchain e a tokenização se apresentam como soluções promissoras para fortalecer o mercado de carbono no país.

Criptoativos De Carbono

Os criptoativos de carbono, por sua vez, são uma inovação mais recente, destinados a proporcionar maior segurança às operações e atrair investidores individuais para o mercado de carbono, anteriormente dominado por empresas e nações. Embora o mercado de carbono exista há cerca de 15 anos, as criptomoedas de carbono surgiram no mercado voluntário a partir de 2019, encontrando um terreno fértil no Brasil (ATTIE, 2022, p. 9).

Negócios baseados em blockchain oferecem maior segurança, rastreabilidade e monitoramento das áreas ou projetos certificados, além de reduzir os custos operacionais associados às transações de créditos de carbono. Uma das criptomoedas de carbono mais conhecidas é o MCO2, token criado pela empresa brasileira Moss, que tem sido utilizado por empresas como Gol, iFood e Harvest Finance para compensar suas emissões. A Moss também fechou parceria com o Financial Times para um evento voltado ao meio ambiente.

No caso específico do MCO2, pode ser acessado em exchanges como o Mercado Bitcoin. O interesse crescente dos empresários por essas iniciativas evidencia a importância crescente do tema ambiental no mundo dos negócios. É crucial ressaltar que os créditos de carbono sempre representam uma tonelada de CO² que deixou de ser emitida. Mesmo em situações como incêndios florestais, os créditos não perdem seu valor, embora a região afetada possa enfrentar dificuldades para renovar os certificados de redução de emissão. No caso dos tokens de carbono, seu valor também é mantido indefinidamente (GUSSON, 2021).

A crescente demanda por créditos de carbono e a busca por soluções inovadoras para os desafios enfrentados pelo mercado de carbono voluntário têm levado à exploração da tecnologia blockchain como uma possível resposta. A tokenização de créditos de carbono, impulsionada pela blockchain, promete maior transparência, eficiência e segurança nas transações, abrindo espaço para a participação de uma gama mais ampla de investidores e contribuindo para a redução das emissões de gases de efeito estufa (GUSSON, 2021).

No entanto, a implementação efetiva da tecnologia blockchain no contexto da tokenização de créditos de carbono não está isenta de desafios significativos. O recente debate em torno das práticas de tokenização destacou algumas das dificuldades enfrentadas pelas partes interessadas, desde empresas até entidades certificadoras.

A tokenização dos créditos de carbono e a tecnologia blockchain

A tokenização dos créditos de carbono implica transformar esses créditos em tokens digitais, o que facilita a rastreabilidade e a segurança das transações. Cada crédito de carbono tokenizado representa uma unidade de GEE que foi evitada ou removida da atmosfera. Com a blockchain, todas as transações são registradas de forma imutável, garantindo que não haja duplicidade de créditos e facilitando auditorias futuras.

Uma característica essencial da tokenização é a possibilidade de dividir os créditos em frações menores, o que democratiza o mercado e permite que pequenos investidores participem. Empresas como a Moss, com seu token MCO2, já demonstram como essa tecnologia pode ser aplicada com sucesso.

A Moss, que opera no mercado voluntário de carbono, permite que em-

presas e indivíduos compreem frações de créditos de carbono para compensar suas emissões. Esse modelo poderia ser expandido para o setor público, criando uma plataforma onde o governo possa monitorar e gerenciar os créditos de carbono com eficiência.

Desafios técnicos e regulatórios

Apesar das vantagens, a implementação da tokenização enfrenta desafios significativos. No Brasil, a regulamentação dos ativos digitais ainda é incipiente. A Lei 14.478/22 estabelece algumas diretrizes para o mercado de criptoativos, mas não aborda as particularidades dos créditos de carbono tokenizados. A ausência de um quadro regulatório claro limita a confiança dos investidores e cria incertezas sobre a integridade e segurança do sistema.

Ressalta-se que, no mercado regulado, as transações são restritas a empresas dentro do mesmo território, não por causa de diferenças na medição dos créditos, mas devido às distintas permissões de uso atribuídas em cada região.

Os mercados regulados podem adotar duas abordagens principais para precificar o carbono: a taxação direta, na qual o governo define um preço por tonelada de carbono emitida, e os sistemas de comércio de emissões, conhecidos como 'cap and trade' ou 'sistemas de comércio de emissões' (ETS, na sigla em inglês). Além disso, existem sistemas híbridos que combinam elementos de ambos os modelos.

Além disso, a blockchain envolve alto consumo de energia, especialmente nas plataformas que utilizam o modelo proof of work (PoW) para validação das transações. Esse modelo de validação é amplamente utilizado em criptomoedas, como o Bitcoin, mas tem recebido críticas devido ao seu impacto ambiental. Alternativas como o proof of stake (PoS), que é energeticamente mais eficiente, são uma opção para a administração pública. No entanto, a transição para esses modelos exige investimentos em infraestrutura e conhecimentos técnicos avançados.

Outro desafio diz respeito à interoperabilidade com os sistemas existentes. A administração pública possui sistemas de dados amplos e complexos, e a integração da blockchain a esses sistemas requer uma adaptação cuidadosa. Além disso, há o custo inicial de implementação, que pode ser elevado e exigir parcerias com empresas privadas e especialistas em blockchain para desenvolvimento e manutenção do sistema.

Integração da blockchain e incentivos para o setor público

A administração pública pode se beneficiar da tokenização por meio de incentivos fiscais e parcerias estratégicas com o setor privado. A blockchain promove transparência, pois permite que cada transação de crédito de carbono seja rastreada, criando um histórico detalhado dos créditos. Essa característica é essencial para evitar fraudes e para assegurar que cada crédito é único e não duplicado.

A criação de incentivos fiscais pode motivar empresas a investirem em práticas sustentáveis e a adquirirem créditos de carbono tokenizados.

Adicionalmente, a administração pública poderia estabelecer parcerias com ONGs, bancos e empresas privadas para construir uma plataforma pública dedicada à tokenização dos créditos de carbono. Essa plataforma, baseada em blockchain, poderia ser usada para registrar, autenticar e transferir créditos de carbono de maneira segura e transparente. Essa integração permitiria que o governo monitorasse as emissões de GEE de maneira mais eficiente, ao mesmo tempo em que promove um mercado robusto de carbono no país.

Contribuições da tokenização para a economia verde

A tokenização dos créditos de carbono contribui para a construção de uma economia verde ao incentivar práticas de conservação e redução de emissões de carbono. Em um mercado tokenizado, os créditos de carbono podem ser facilmente comprados e vendidos, aumentando a liquidez do mercado e facilitando o acesso a novos investidores. O Brasil, com sua extensa área de floresta tropical, pode se posicionar como líder global no mercado de carbono, exportando créditos para outros países e promovendo a preservação ambiental.

Além disso, a tokenização reduz os custos das transações e simplifica o processo de compensação de carbono, beneficiando pequenos e grandes investidores. A tecnologia blockchain também facilita o acesso a dados detalhados sobre cada crédito, como a localização do projeto e a quantidade de GEE compensada. Isso permite que as empresas e o setor público acompanhem o impacto de suas ações de forma precisa e documentada.

Considerações finais

A tokenização dos créditos de carbono representa uma inovação significativa para o mercado de carbono e para a administração pública brasileira. Através da tecnologia blockchain, é possível criar um sistema de transações mais seguro e transparente, garantindo a rastreabilidade e a integridade dos créditos de carbono. Isso não só fortalece o mercado de carbono, mas também apoia a agenda de sustentabilidade do Brasil, permitindo que o país se destaque como um líder em práticas de preservação ambiental.

No entanto, para que a tokenização seja eficaz, é necessário que a regulamentação brasileira evolua para acompanhar as particularidades desse mercado. A administração pública deve trabalhar em colaboração com o setor privado e organizações ambientais para desenvolver um quadro legal robusto e adaptado às necessidades da blockchain. A criação de incentivos fiscais para empresas que investem em créditos de carbono tokenizados pode facilitar a adoção dessa tecno-

logia e contribuir para a transição para uma economia verde.

Além disso, a implementação da blockchain deve ser planejada com atenção aos desafios técnicos, como o consumo energético e a interoperabilidade com sistemas existentes. Parcerias com empresas especializadas e a capacitação de servidores públicos são essenciais para que a tecnologia seja incorporada de forma eficaz.

Por fim, a tokenização dos créditos de carbono tem o potencial de transformar o mercado de carbono no Brasil, promovendo uma governança ambiental mais eficaz e uma economia sustentável. Com incentivos adequados e uma infraestrutura regulatória moderna, o Brasil pode se posicionar como referência global em sustentabilidade e tecnologia ambiental.

Referências Bibliográficas

Andrade, J. C. S., & Costa, P. (2008). Mudança climática, protocolo de Kyoto e mercado de créditos de carbono: desafios à governança ambiental global. *Organizações & Sociedade*, 15(45), 29–45. <https://doi.org/10.1590/S1984-92302008000200002>

ATTIE, Marcela Araújo. Redução das emissões de CO2: a utilização do blockchain no mercado de créditos de carbono. Disponível em: <https://repositorio.insper.edu.br/handle/11224/5663>.

BRASIL. Lei nº 14.478, de 25 de janeiro de 2022. Dispõe sobre as diretrizes a serem observadas na prestação de serviços de ativos virtuais e na regulamentação das prestadoras de serviços de ativos virtuais. *Diário Oficial da União*, Brasília, 26 de janeiro de 2022. Seção 1, p. 1. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2022/lei/L14478.htm. Acesso em 1 de abril de 2024.

CUNHA, Natália da. O mercado de carbono e o desenvolvimento sustentável: uma análise do cenário brasileiro. 2023. Disponível em: <https://repositorio.uergs.edu.br/xmlui/handle/123456789/2928>. Acesso em 1 de abril de 2024.

FREIRE, Leonardo Vitor de Paiva et al. Dimensões jurídicas dos fatores ambientais, sociais e de governança (ASG) no Brasil. 2024. Disponível em: <https://repositorio.pucsp.br/jspui/handle/handle/41154>. Acesso em 1 de abril de 2024.

GOMES, Daniel; GOMES, Eduardo; CONRADO, Paulo. Valores Mobiliários, Contratos de Investimento Coletivo e o Howey Test: Desafios da “Tokenização” E Captação Pública de Recursos com Criptoativos. *Criptoativos, Tokenização, Blockchain e Metaverso* - Ed. 2022. São Paulo (SP). Editora Revista dos Tribunais. 2022. Disponível em: <https://www.jusbrasil.com.br/doutrina/criptoativos-tokenizacao-blockchain-e-metaverso-ed-2022/1804176488>. Acesso em: 1 de Abril de 2024.

LOMBARDI, Antonio. Créditos de carbono e sustentabilidade: Introdução aos novos caminhos do capitalismo. São Paulo: Lazuli. Editora: Companhia

Editora Nacional, 2008.

LIMA, Eduardo José da Fonseca. Crédito de carbono tokenizado: o novo mercado da economia verde. JOTA, São Paulo, 25 mar. 2023. Disponível em: <https://www.jota.info/opiniao-e-analise/colunas/regulacao-e-novas-tecnologias/credito-de-carbono-tokenizado-25032023>. Acesso em 1 de abril de 2024.

MONTOVANELLI, Anna Letícia de Queiroz et al. A tecnologia Blockchain como mecanismo de credibilidade e transparência do mercado voluntário de crédito de carbono. 2023. Disponível em: <http://191.252.194.60:8080/handle/fdv/1557>. Acesso em 1 de abril de 2024.

NAKAMOTO, Satoshi. Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. Disponível em: <<https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>>. Acesso em: 1 de abril de 2024.

NASCIMENTO, Caio. “Após ‘boom’ do bitcoin, carbono pode ser o próximo ativo a decolar nesta década; saiba como investir). Seu Dinheiro, Conteúdo VITREO. Disponível em: <https://www.seudinheiro.com/2021/patrocinado/vitreo-branded/apos-alta-de-187-em-3-anos-carbono-e-um-dos-investimentos-com-maior-potencial-de-se-multiplicar-nesta-decada-saiba-como-investir-brd-cbncn052/>. Acesso em 02 de abril de 2024.

UNITED NATIONS. Kyoto Protocol. Kyoto Climate Change Conference Kyoto, 1997. Disponível em <https://unfccc.int/documents/2409>. Acesso em 1 de abril de 2024.

UNITED NATIONS. Paris Agreement. Conference of the Parties. Durban Platform for Enhanced Action (decision 1/CP.17) Paris, 2015. Disponível em <https://unfccc.int/documents/9064>. Acesso em 1 de abril de 2024.

Gusson, Cassio. Moss acquire startup de blockchain e tokenização mirando nos NFTs. Exame, Cointelegraph. Disponível em: <https://exame.com/future-of-money/criptoativos/moss-acquire-startup-de-blockchain-e-tokenizacao-mirando-nos-nfts/>. Acesso em 1 de abril de 2024.