

**FACULDADE DE DIREITO DE VITÓRIA
CURSO DE GRADUAÇÃO DE DIREITO**

ANNA LETÍCIA DE QUEIROZ MONTOVANELLI

**A TECNOLOGIA BLOCKCHAIN COMO MECANISMO DE
CREDIBILIDADE E TRANSPARÊNCIA DO MERCADO
VOLUNTÁRIO DE CRÉDITO DE CARBONO**

**VITÓRIA
2023**

ANNA LETÍCIA DE QUEIROZ MONTOVANELLI

**A TECNOLOGIA BLOCKCHAIN COMO MECANISMO DE
CREDIBILIDADE E TRANSPARÊNCIA DO MERCADO
VOLUNTÁRIO DE CRÉDITO DE CARBONO**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
apresentado ao curso de Graduação em
Direito da Faculdade de Direito de Vitória
– FDV, como requisito parcial para a
obtenção do grau de bacharel em Direito.

Orientador: Prof. Dr. Rhiani Salamon Reis
Riani.

VITÓRIA
2023

ANNA LETÍCIA DE QUEIROZ MONTOVANELLI

**A TECNOLOGIA BLOCKCHAIN COMO MECANISMO DE
CREDIBILIDADE E TRANSPARÊNCIA DO MERCADO
VOLUNTÁRIO DE CRÉDITO DE CARBONO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Direito da Faculdade de Direito de Vitória, como requisito parcial para obtenção do grau de bacharel em Direito.

Aprovado em ____ de _____ de 2023.

COMISSÃO EXAMINADORA:

Prof. Dr. Rhiani Salamon Reis Riani
Faculdade de Direito de Vitória – FDV

Examinador(a)
Faculdade de Direito de Vitória - FDV

RESUMO

As mudanças climáticas têm colocado à prova a capacidade humana de viver no planeta e exigido cada vez mais ações de adaptação de diversos atores, inclusive do setor privado. Nesse contexto, surge a pergunta: como a tecnologia *blockchain* pode contribuir para a regulamentação do mercado voluntário de crédito de carbono? Para isso, a metodologia empregada na presente pesquisa é o método de abordagem hipotético-dedutivo, por meio das técnicas procedimentais bibliográfica e documental. Assim, o trabalho busca analisar o potencial da tecnologia *blockchain* nesse campo do mercado de emissões, considerando a urgência de soluções inovadoras para a crise climática e a necessidade traçar um caminho de desenvolvimento sustentável inclusivo, aliado aos princípios da equidade, justiça social e climática. Dito isso, o estudo se divide em três partes principais: a primeira aborda o regime internacional das mudanças climáticas e o mercado de carbono (tanto o regulado quanto o voluntário). O segundo momento explora a tecnologia *blockchain*, incluindo suas características e arquitetura, além do papel das GreenTechs e LawTechs nas soluções climáticas; a terceira etapa examina a aplicação da *blockchain* no mercado voluntário de crédito de carbono e sua importância para a governança corporativa climática. Por fim, a partir do desenvolvimento do trabalho, é possível concluir que a *blockchain* é capaz de garantir a credibilidade dos créditos de carbono e promover a transição para uma economia verde - descarbonizada. Nesse sentido, é ressaltada a necessidade de padronização de métricas confiáveis e universais, em especial no contexto do ESG. Dito isso, a tokenização dos créditos de carbono pela *blockchain* pode democratizar o acesso ao comércio de emissões e melhorar a rastreabilidade das cadeias de produção, além de influenciar a adoção de uma cultura de rastreabilidade nas empresas interessadas em agregar valor no mercado de ações.

Palavras-chave: Crise climática; ESG; Governança corporativa climática; Mercado voluntário de crédito de carbono; Regulamentação contábil; Tecnologia *blockchain*.

ABSTRACT

Climate change has put human capacity to live on the planet to the test, demanding increased adaptation actions from various actors, including the private sector. In this context, the question arises: how can blockchain technology contribute to the regulation of the voluntary carbon market? To answer this question, the methodology employed in this research is the hypothetical-deductive approach, using bibliographic and documentary procedures. Thus, this work aims to analyze the potential of blockchain technology in the carbon market, considering the urgency for innovative solutions to the climate crisis and the need to pursue a path of inclusive sustainable development aligned with the principles of equity, social justice, and climate justice. With that being said, the study is divided into three main parts: the first part addresses the international regime on climate change and the carbon market (both regulated and voluntary). The second part explores blockchain technology, including its characteristics and architecture, as well as the role of GreenTechs and LawTechs in climate solutions. The third part examines the application of blockchain in the voluntary carbon credit market and its importance for corporate climate governance. Finally, based on the development of this study, it is possible to conclude that blockchain is capable of ensuring the credibility of carbon credits and promoting the transition to a green, decarbonized economy. In this sense, the need for standardized, reliable, and universal metrics is emphasized, particularly in the context of ESG. Moreover, the tokenization of carbon credits through blockchain can democratize access to emissions trading, improve traceability in supply chains, and influence the adoption of a culture of traceability in companies interested in adding value to the stock market.

Keywords: Climate crisis; ESG; Corporate climate governance; Voluntary carbon credit market; Accounting regulation; Blockchain technology.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Ilustração 1 - Charge que demonstra como ocorre uma transferência tradicional de dinheiro.	39
Ilustração 2 - Imagem ilustrativa da dinâmica da tecnologia blockchain	41
Ilustração 3 - Imagem ilustrativa dando destaque para a ligação entre o hash de cada bloco com o antecessor	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Comparação entre os algoritmos de consenso, dentre eles os 2 principais, Proof of Work (PoW) e Proof of Stake (PoS). .	45
Tabela 2- Comparação entre as 3 possíveis formatações de um bloco	47

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AWG-KP - 1ª Reunião das Partes do Protocolo de Kyoto

CBD - Convenção das Nações Unidas sobre Biodiversidade

CDP - Carbon Disclosure Project

CO2 - Gás Carbono

COP - Conferência das Partes

DEGEE - Direitos de Emissão de Gases de Efeito Estufa

dApps - Aplicativos Descentralizados

DPOS - Delegated Proof of Stake

ERC-20 - Ethereum Request for Comments 20

ESG - Sustentabilidade Ambiental, Responsabilidade Social e da Governança Corporativa

EU ETS - Sistema de Comércio de Emissões da União Europeia

GEE - Gases de Efeito Estufa

GGA - Objetivo Geral de Adaptação

GST - Global Stocktake

GTAs - Guias de Transporte Animal

ISE B3 - Índice de Sustentabilidade Empresarial da B3

IPCC - Painel Internacional sobre Mudanças Climáticas

JI - Implementação Conjunta

KP - Protocolo de Kyoto

LGPD - Lei Geral de Proteção de Dados

MCO2 - Crédito de Carbono da MOSS

MDL - Mecanismo de Desenvolvimento Limpo

MDS - Mecanismo de Desenvolvimento Sustentável

MBRE - Mercado Brasileiro de Redução de Emissões

OMM - Organização Mundial Meteorológica

ONU - Organização das Nações Unidas

PNMC - Política Nacional sobre Mudança do Clima

PoS - Proof of Stake

PoW - Proof of Work

PL - Projeto de Lei

RVE - Reduções Verificadas de Emissões

REDD+ - Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal

SF-SACAE - Secretaria de Apoio à Comissão de Assuntos Econômicos

SF-SACMA - Secretaria de Apoio à Comissão de Meio Ambiente

UNCCD - Convenção das Nações Unidas para o Combate à Desertificação

UNFCCC - Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	11
1. MERCADO DE CARBONO E O REGIME INTERNACIONAL DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS	14
1.1 REGIME INTERNACIONAL DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS	14
1.1.1 CONVENÇÃO QUADRO DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MUDANÇA DO CLIMA (UNFCCC)	16
1.1.2 PROTOCOLO DE KYOTO (KP)	19
1.1.3 ACORDO DE PARIS E A COP 26	21
1.2 PROJETO DE LEI N. 412/2022: A REGULAMENTAÇÃO DO MERCADO DE CARBONO BRASILEIRO	29
1.2 MERCADOS REGULADOS VS MERCADOS VOLUNTÁRIOS DE CARBONO ..	33
2. TECNOLOGIA BLOCKCHAIN	35
2.1 DIREITO DIGITAL: DEFINIÇÃO E PRINCÍPIOS	35
2.2 DEFINIÇÃO E CARACTERÍSTICAS DA TECNOLOGIA BLOCKCHAIN	36
2.3 ELEMENTOS E DINÂMICA DA TECNOLOGIA BLOCKCHAIN	40
2.4 LEGISLAÇÃO BRASILEIRA QUE TRATA DA REGULAMENTAÇÃO DO SISTEMA BLOCKCHAIN	47
3. AS TECNOLOGIAS E CREDIBILIDADE DO MERCADO DE CARBONO: A RASTREABILIDADE E GERENCIAMENTO DOS PROJETOS DE CARBONO	50
3.1 GREENTECHS E LAWTECHS CLIMÁTICAS	50
3.2 ESG: GOVERNANÇA CORPORATIVA CLIMÁTICA	52
3.3 A TECNOLOGIA BLOCKCHAIN COMO MECANISMO DE PROMOÇÃO DA EFETIVIDADE DAS METAS CLIMÁTICAS NO MERCADO DE CARBONO	59
CONCLUSÃO	68
REFERÊNCIAS	74

INTRODUÇÃO

A crise climática é uma realidade que demanda adaptação crescente, nessa perspectiva, tanto o Estado quanto o setor privado, possuem diferentes graus de responsabilidade na busca pelo equilíbrio térmico do planeta e na promoção da governança climática. Assim sendo, diante da referida crise, e desde a conferência de Estocolmo, o regime internacional das mudanças climáticas vem elaborando uma série de instrumentos para conter o aumento da temperatura média global, dentre eles destacam-se: A Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, o Protocolo de Kyoto e o Acordo de Paris.

Apesar de se tratar de um problema global, que não se limita às fronteiras geopolíticas, o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), por meio do relatório síntese do ano de 2023, denunciou que são as comunidades mais vulneráveis que têm sido as maiores afetadas pelo aquecimento global - que é consequência da ação humana (IPCC, 2023, p. 6). Portanto, a urgência de se pensar em inovações, mecanismos e alternativas a curto prazo para a crise, guarda relação com a ideia de justiça climática. Nesse sentido, impera o raciocínio de que não existe caminho de desenvolvimento resiliente ao clima, sem que seja observado o pilar do desenvolvimento sustentável acessível (inclusivo) a todos, moldado pela equidade, justiça social e climática (IPCC, 2023, p. 60).

Diante disso, o comércio de emissões se apresenta como um dos instrumentos disponíveis para reduzir as emissões de gases de efeito estufa (TRENNEPOLH, 2022, p.184) no curto prazo. Com efeito, o mercado de carbono possui duas frentes de atuação, a primeira pelo mercado regulado, onde o governo limita as emissões de GEE de entes específicos (Future Carbon Group, 2022, p.6), e a segunda através do mercado voluntário, que permite que empresas - que estão sendo cada vez mais pressionadas pela sociedade civil - compensam voluntariamente suas emissões por meio da compra de créditos de carbono (Future Carbon Group, 2022, p.11).

Deste modo, surge a problemática de como dar credibilidade e padronizar os créditos de carbono, que podem ser negociados tanto internacionalmente quanto no

mercado interno de cada país. Assim, considerando esse cenário, o presente trabalho pretende realizar uma análise de como a tecnologia *blockchain* pode ser utilizada para auxiliar o enfrentamento dessa questão no campo prático, em especial no que tange a regulamentação contábil dos créditos de carbono, tendo em vista o princípio da transparência no âmbito da governança corporativa. Ou seja, o intuito é averiguar se as características da referida tecnologia têm potencial de beneficiar o comércio de emissões de carbono.

Para isso, a fim de alcançar o objetivo geral proposto, utilizou-se o método hipotético-dedutivo (MATIAS-PEREIRA, 2016, p. 48), pois a partir da hipótese da tecnologia *blockchain* poder auxiliar o mercado voluntário de crédito de carbono, foram realizados estudos bibliográficos a fim de melhor compreender os conceitos que transpassam o tema e, conseqüentemente, possibilitar a elaboração de uma resposta ao problema de pesquisa.

Para tornar possível o escopo deste trabalho, foram utilizadas, como técnicas procedimentais, as pesquisas documental e bibliográfica. Com relação a técnica documental, esta foi empregada para analisar documentos técnicos e jurídicos registrados, tais como: normas nacionais e internacionais, bem como relatórios técnicos voltados para a temática climática e tecnologia. Já com relação a técnica bibliográfica, esta foi empregada para discorrer sobre o tema proposto neste trabalho.

Nessa monta, por meio da metodologia empregada, este estudo se divide em três capítulos. O capítulo 1, intitulado "Mercado de Carbono e Regime Internacional do Clima", onde são abordados os aspectos relacionados ao regime internacional das mudanças climáticas e os principais acordos e convenções que regem o tema, como por exemplo a declaração de Estocolmo, a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, o Protocolo de Kyoto e o Acordo de Paris. Além disso, esse capítulo também elucida as diferenças entre os tipos de mercado de carbono, bem como menciona como está se dando a tentativa de regulamentação legislativa deste mercado no ordenamento jurídico brasileiro.

No segundo momento, o estudo se dedica, através do capítulo 2, nomeado “Tecnologia *Blockchain*”, em esmiuçar os elementos, a dinâmica e a arquitetura da tecnologia. Ademais, são abordadas as *greentechs* e *lawtechs* climáticas, destacando o papel dessas empresas na promoção de soluções inovadoras que contribuem com a mitigação das mudanças climáticas.

O capítulo 3 representa a terceira e última fase deste estudo, na qual foi examinada a aplicação da tecnologia *blockchain* no mercado voluntário de crédito de carbono e a crescente relevância dos princípios ESG (*Environmental, Social and Governance*) no setor financeiro. Desta forma, foram abordados tanto a importância da governança corporativa climática quanto o uso dos critérios ESG no mercado de carbono. Além disso, foi analisado o potencial da tecnologia *blockchain* como um mecanismo para impulsionar a eficácia das metas climáticas no mercado de carbono, bem como sua possível utilização como suporte para o rastreamento de cadeias de produção.

Diante do exposto, é crucial destacar que a relevância deste trabalho vai além da proposta de estabelecer um método de governança corporativa através da utilização da tecnologia *blockchain* como um mecanismo para garantir a credibilidade dos créditos de carbono no mercado de emissões. Como mencionado anteriormente, o relatório síntese do IPCC de 2023 enfatiza que os efeitos da crise climática são principalmente sentidos pelos mais vulneráveis. Portanto, os verdadeiros benefícios dos ganhos obtidos pelo mercado voluntário de crédito de carbono não são os bilhões de dólares movimentados, mas sim as pessoas que se beneficiam das práticas sustentáveis adotadas pelas empresas e organizações. Logo, o verdadeiro valor reside na união de esforços para preservar a estabilidade da temperatura global e promover a transição para uma economia mais verde – descarbonizada, com transparência e ética corporativa climática.

1. MERCADO DE CARBONO E O REGIME INTERNACIONAL DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

1.1 REGIME INTERNACIONAL DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

A temática da preservação ambiental foi incorporada à pauta do regime internacional por meio da conferência das nações unidas sobre o meio ambiente humano, sediada em Estocolmo, em junho de 1972. Desta forma é possível afirmar que essa Conferência marcou uma singela “virada de chave” dos autores internacionais acerca do reconhecimento da importância da questão (JUBRAN, 2017). Como explica Krasner (2013), um regime internacional é formado mediante a convergência de expectativas de autores, sobre uma determinada área das relações internacionais, através de princípios e normas. Assim, apesar de não ter fundado um regime internacional, a conferência de Estocolmo foi um marco fundamental no debate global sobre a preservação ambiental, pois permitiu que os países envolvidos chegassem a um consenso sobre a relevância da temática, mesmo que o tratamento da matéria tenha se dado de forma precária no plano prático, uma vez que o documento jurídico fundamental criado foi a Declaração de Estocolmo, uma norma *soft law*¹.

Sobre tal classificação, é comum que as normas do Direito Internacional, especialmente as contidas nos tratados do ramo ambiental, sejam consideradas “soft”. Isso por conta da dificuldade de serem firmados compromissos na esfera internacional, bem como da complexidade dos problemas e dos interesses divergentes das nações. Por conseguinte, para não assumirem compromissos mais

¹ O fenômeno da *soft law* tem duas formas distintas no Direito Internacional e na regulação normativa em geral. O primeiro mecanismo, chamado de *soft law material* ou substancial, se relaciona com as características substanciais da norma, pois analisa o modo como as obrigações e consequências (em casos de violações) são redigidas no instrumento normativo. Nesse sentido, os tratados internacionais serão considerados *soft* se contiverem características como: criação de princípios e “não propriamente obrigações jurídicas; linguagem ambígua ou incerta impossibilitando a identificação precisa de seu alcance; conteúdo não exigível, como simples exortações e recomendações; ausência de responsabilização e de mecanismos de coercibilidade (tribunais)” (JUBRAN, 2017, p.214). Já o segundo mecanismo, *soft law processual*, envolve a criação de normativos no Direito Internacional por meio de instrumentos não obrigatórios, como por exemplo as resoluções da Assembleia Geral da ONU. Nota-se que esta última classificação é a mais interessante e representa uma revolução no campo das fontes do Direito Internacional, porque “está mais conectada com a transformação dos modos de produzir o Direito” (JUBRAN, 2017, p.215).

constringentes, a solução encontrada pelos países acaba sendo de regular os comportamentos por normas não juridicamente obrigatórias, mas que fornecem pressão sobre os atores envolvidos a fim dar maior previsibilidade para suas condutas (JÚNIOR, 2005, p 216).

Ademais, por conta da evidente relação entre a preservação ambiental com as mudanças climáticas, após a conferência de Estocolmo, a Organização Mundial Meteorológica (OMM), uma agência especializada do Sistema ONU, passou a ter uma relevância crescente. E, em 1988, essa importância culminou na criação do Painel Internacional sobre Mudanças Climáticas (IPCC, na sigla em inglês), cujo principal objetivo é fornecer apoio científico para as negociações internacionais (JUBRAN, 2017). Desde então, o IPCC tem desempenhado um papel fundamental na elaboração de relatórios e análises científicas sobre as mudanças climáticas e suas consequências, contribuindo para a formulação de políticas e acordos internacionais relacionados à preservação ambiental.

Nesse sentido, o regime internacional das mudanças climáticas se materializou como um dos mais complexos e urgentes da atualidade. Ainda mais quando considerada sua conexão com a própria sustentação do desenvolvimento humano e econômico no planeta, que vem imperando no modelo antropoceno². Conforme análise da OMM, os anos de 2015 a 2021 foram registrados como os mais quentes da história (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, 2022), além disso, o IPCC de 2022 pontuou algumas consequências do aquecimento global com as quais a humanidade já convive, dentre elas destaca-se: o derretimento das calotas polares, o aumento do nível dos oceanos, disseminação de doenças como a dengue, maior número de queimadas, enchentes, branqueamento (morte) de corais, desequilíbrio do ecossistema marinho e etc (IPCC, 2022).

Logo, diante da urgência e complexidade do regime em questão, foram elaborados três instrumentos cruciais, desde a conferência de Estocolmo, para orientar as ações

² “O antropoceno designa um novo tempo no qual o ser humano se tornou força de transformação de alcance global e geológico. (...) A novidade do antropoceno, e de seu caráter drástico, não é apenas levar à destruição de espaços e tempos de refúgio para qualquer organismo, sejam animais, plantas ou seres humanos; não é apenas uma questão de magnitude, mas também a velocidade do processo” (SVAMPA, 2019, p. 144/146).

humanas na redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE), que contribuem para o aquecimento global, sendo os documentos: a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC, em inglês), assinada no Rio de Janeiro em junho de 1992, o Protocolo de Kyoto (KP, em inglês), assinado em Kyoto em dezembro de 1997 e o Acordo de Paris, assinado em Paris em dezembro de 2015. Outrossim, insta pontuar que os países que aderiram à UNFCCC têm se reunido anualmente por meio das Convenções das Partes (em inglês, COP) a fim de promover debates sobre a preservação ambiental e traçar novos objetivos para redução de GEE (JUBRAN, 2017).

Em face do exposto, nota-se que as disposições desses instrumentos internacionais revelam os compromissos assumidos pelos signatários e os mecanismos previstos para enfrentamento do quadro climático. No mais, como as redações dos documentos têm como enfoque, mesmo que indiretamente, a busca pela atenuação das emissões globais de GEE, analisa-se também, por meio deles, o desenvolvimento gradual de um comércio regulado de emissões de gases, o que culminou no mercado de carbono com o acordo de Paris, como será visto adiante.

1.1.1 CONVENÇÃO QUADRO DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MUDANÇA DO CLIMA (UNFCCC)

A Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima entrou em vigor no dia 21 de março de 1994 e sucedeu como um relevante marco político na luta contra o aquecimento global (BIATO, 2005, p. 7). Sendo assinada em junho de 1992, por autoridades de 154 países e pela Comunidade Européia (hoje União Europeia), durante a Cúpula da Terra, no Rio de Janeiro. Nessa mesma data, outros dois acordos foram firmados, a Convenção das Nações Unidas sobre Biodiversidade (CBD) e a Convenção das Nações Unidas para o Combate à desertificação (UNCCD) (ONU BRASIL, 2020), contudo nenhum deles apresentou tantos efeitos quanto a UNFCCC, que teve um número crescente de adesões nos anos seguintes. Quer dizer, até o ano de 1997 o número de países comprometidos à Convenção

Quadro foi majorado para 165 (CETESB, 2023, p. 2) e, atualmente, o número é de 197 partes (IPCC, 2022).

Portanto, tendo em vista que esse instrumento foi responsável por reconhecer, objetivamente, a necessidade da humanidade estabilizar a concentração de gases de efeito estufa³ (GEE) na atmosfera, é inegável que ele se tornou um importante catalisador para a conscientização e ação global em relação às mudanças climáticas⁴. A Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima foi o tratado internacional que instaurou o Regime Internacional das Mudanças Climáticas (REI; GONÇALVES; DE SOUZA, 2017).

Acrescentando a isso, ganha evidência o fato de que, na redação do documento, foram feitas distinções entre os países participantes conforme o poderio econômico e histórico de emissões de GEE cada um. Deste modo, a UNFCCC não somente permitiu um mapeamento das nações com os maiores recursos para lidar com os problemas ambientais na época, como também justificou a existência de compromissos extras aos países desenvolvidos, conforme verifica-se no artigo 4(1).

Artigo 4. Obrigações. 1. Todas as Partes, levando em conta suas responsabilidades comuns mas diferenciadas e suas prioridades de desenvolvimento, objetivos e circunstâncias específicas, nacionais e regionais, devem: (Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, 1992, p. 7).

³ A UNFCCC define gases de efeito estufa como “constituintes gasosos da atmosfera, naturais e antropogênicos, que absorvem e reemitem radiação infravermelha” - art 1(5) da UNFCCC. Refere-se aos gases do efeito estufa não controlados pelo Protocolo de Montreal - art. 4(a) da UNFCCC (UNFCCC, 1992, p. 3/5).

⁴ A UNFCCC define mudança climática como “uma mudança de clima que possa ser direta ou indiretamente atribuída à atividade humana que altere a composição da atmosfera mundial e que se some àquelas provocada pela variabilidade climática natural observada ao longo de períodos de tempo comparáveis” - art. 1(2) da UNFCCC (UNFCCC, 1992, p. 3).

Com isso, os países listados no anexo I⁵ da Convenção estavam, para além das obrigações do art. 4(1), igualmente vinculados aos compromissos específicos listados no art. 4(2), com a ressalva de que poderiam implementar tais medidas de maneira conjunta. Ademais, foi acordado que os países listados no anexo II⁶ e os países desenvolvidos deveriam oferecer recursos financeiros para que os países de menor poderio econômico/em desenvolvimento conseguissem formular e aplicar seus programas nacionais de emissões de gases do efeito estufa (TRENNEPOLH, 2022, p. 25).

Ou seja, enquanto o Anexo I listava os países que tinham obrigações adicionais em relação à redução de emissões de gases de efeito estufa e à provisão de apoio financeiro e tecnológico, o Anexo II era uma sub lista do Anexo I, na medida em que pontuava os países com responsabilidades históricas em relação às emissões de gases de efeito estufa. Todavia, conforme Trennepohl (2022), essa divisão de responsabilidades não era estática e muito menos exclusiva dos países industriais.

Desta forma, a UNFCCC trouxe para o regime internacional uma delimitação mais criteriosa sobre a importância da atuação dos países desenvolvidos no combate à mudança climática, principalmente por conta do princípio orientador “das responsabilidades comuns mas diferenciadas”. Porém, o texto era vago e não descreveu metas específicas. Por conseguinte, a UNFCCC acabou criando um sistema de governança, pois fez nascer a necessidade dos países membros se

⁵ No Anexo I haviam países industrializados que eram membros da Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE) em 1992, juntamente com países com economias em transição, como a Rússia e vários países da Europa Central e Oriental. Lista anexo I: Alemanha, Austrália, Áustria, Belarus a/, Bélgica, Bulgária a/, Canadá, Comunidade Européia, Croácia a/, *, Dinamarca, Eslováquia a/, *, Eslovênia *, Espanha, Estados Unidos da América, Estônia a/, Federação Russa a/, Finlândia, França, Grécia, Hungria a/, Irlanda, Islândia, Itália, Japão, Letônia a/, Liechtenstein *, Lituânia a/, Luxemburgo, Mônaco *, Noruega, Nova Zelândia, Países Baixos, Polônia a/, Portugal, Reino Unido da Grã-Bretanha e Irlanda do Norte, República Tcheca a/, *, Romênia a/, Suécia, Suíça, Turquia, Ucrânia. Sendo que “a/” corresponde aos Países em processo de transição para uma economia de mercado. Bem como “*” corresponde aos: Países que passaram a fazer parte do Anexo I mediante emenda que entrou em vigor no dia 13 de agosto de 1998, em conformidade com a decisão 4/CP.3 adotada na COP 3. (UNFCCC, 1992, p.23)

⁶ O Anexo II inclui países desenvolvidos que são considerados mais responsáveis pela mudança climática e, portanto, têm obrigações especiais em relação a ela. Lista anexo II: Alemanha, Austrália, Áustria, Bélgica, Canadá, Comunidade Européia, Dinamarca, Espanha, Estados Unidos da América, Finlândia, França, Grécia, Irlanda, Islândia, Itália, Japão, Luxemburgo, Noruega, Nova Zelândia, Países Baixos, Portugal, Reino Unido da Grã-Bretanha e Irlanda do Norte, Suécia, Suíça, Turquia. (UNFCCC, 1992, p.24)

encontrarem para rediscutir o que foi estabelecido. Esse sistema de governança é materializado pelas Conferência das Partes (COPs)⁷ (FARIAS; REI, 2015).

Com isso, no ano de 1995, em Berlim, aconteceu um encontro das partes, com o objetivo de esmiuçar medidas a serem adotadas no plano prático e criar um cronograma, o registro ficou conhecido como Mandato de Berlim. Como resultado, tais negociações culminaram no segundo instrumento crucial de preservação ambiental, o protocolo de Kyoto, que viria a ser assinado 2 anos após essa primeira conferência das partes (COP 1) na cidade alemã (TRENNEPOLH, 2022, p.26).

1.1.2 PROTOCOLO DE KYOTO (KP)

Em 1997, a 3ª Conferência das Partes (COP 3) ocorreu na cidade de Kyoto, no Japão. Nela foi assinado o tratado internacional para controle das emissões de gases de efeito estufa na atmosfera, conhecido como Protocolo de Kyoto (KP), porém o instrumento só passou a vigorar em 2005, ou seja, 8 anos depois. Através dele, 37 países industrializados e a Comunidade Europeia definiram uma meta de redução correspondente a no mínimo 5% em relação aos níveis das emissões de 1990 (TRENNEPOLH, 2022, p. 26), no primeiro período de compromisso (2008-2012), com objetivos específicos variando entre os Estados-nações.

Já no segundo período (2013-2020), foi programada uma redução de 18% em relação aos mesmos níveis de 1990 (BRASIL, 2023, Protocolo de Quioto). Com isso, o protocolo se tornou um marco importante na luta contra o aquecimento global e na conscientização sobre a necessidade de serem estabelecidas metas exatas para redução das emissões de gases de efeito estufa.

⁷ De acordo com o Ministério do Meio Ambiente, a “A Conferência das Partes (COP) é o órgão supremo da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC), que reúne anualmente os países Parte em conferências mundiais. Suas decisões, coletivas e consensuais, só podem ser tomadas se forem aceitas unanimemente pelas Partes, sendo soberanas e valendo para todos os países signatários. Seu objetivo é manter regularmente sob exame e tomar as decisões necessárias para promover a efetiva implementação da Convenção e de quaisquer instrumentos jurídicos que a COP possa adotar”. Definição disponível em: <<https://antigo.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas/conferencia-das-partes.html> > (MMA, 2023).

Outrossim, para assegurar o princípio das “responsabilidades comuns, mas diferenciadas”, presente no artigo 4(1) da UNFCCC, o Protocolo não estabeleceu nenhuma proposta de redução de emissão de GEE para os países em desenvolvimento. Consequentemente, as partes não pertencentes ao anexo I da Convenção foram explicitamente isentadas de novas obrigações (TRENNEPOLH, 2022, p.27). Países em desenvolvimento, como o Brasil, podiam aumentar suas emissões naquele contexto, já que a medida só “vinculava” os países desenvolvidos pertencentes ao anexo I.

Sobre os principais pontos do instrumento cabe pontuar, primeiramente, a não necessidade das reduções de GEE ocorrerem nos territórios das partes. Pelo Protocolo, era permitido que os países desenvolvidos cumprissem suas metas de redução de emissões comprando créditos dos países em desenvolvimento (Future Carbon Group, 2022, p.17).

Observa-se, também, que não foi esmiuçada uma forma precisa de como os Estados deveriam compensar suas emissões para alcançar as metas ora acordadas. Aliás, o documento não gerava vínculo para as empresas, tampouco para sociedade civil, o que fez com que os países desenvolvidos tivessem que refletir sobre a inclusão, ou não, de outros atores em eventual estratégia de redução, tema esse posteriormente discutido no Acordo de Paris (TRENNEPOLH, 2022, p.29).

No entanto, foram criados mecanismos “flexíveis” para ajudar os Estados com o processo de mitigação. Assim, o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) e o Comércio de Emissões demonstraram ser suportes auxiliares dos Países. No que diz respeito ao primeiro mecanismo, MDL, sua ideia central era permitir a comercialização de créditos de carbono no mercado. Ele se diverge da implementação conjunta (JI) porque não limitava as negociações aos membros do anexo I, portanto o escopo do MDL era mais amplo que o da JI (TRENNEPOLH, 2022, p.30).

Já o Comércio de Emissões objetivava dar suporte às partes do anexo I, pois permitia a comercialização de unidades de carbono. Atualmente o sistema de comércio da União Europeia (EUA ETS) se consolidou como o primeiro e mais

famoso do mundo (TRENNEPOLH, 2022, p.30/21). Há de se destacar, entretanto, que a expectativa era de que os mecanismos flexíveis fossem complementares à ação doméstica em termos de redução de emissões, o que não ocorreu.

Desta forma, é possível considerar que o protocolo de Kyoto foi a origem dos mercados de carbono. Pois por conta dele, principalmente desde sua vigência em 2005, os países desenvolvidos passaram a cumprir suas metas de redução de emissões de GEE através da compra de créditos de carbono (Future Carbon Group, 2022, p.17).

Além disso, protocolo de Kyoto também definiu a unidade aceita sob sua estrutura, conforme preleciona Natascha Trennepohj:

De acordo com as disposições do art.17 do KP, as regras, princípios e diretrizes para o comércio de emissões foram estabelecidas pela Decisão 11/CMP.1, de 30 de março de 2006. Essa Decisão também especificou que cada unidade será igual a uma tonelada métrica de dióxido de carbono equivalente (CO₂e). (TRENNEPOLH,2022,p.35)

Com efeito, o Protocolo de Kyoto sedimentou a ideia de que os GEE, em especial o carbono (CO₂), podem ser negociados como créditos. Para tanto, o sistema previsto acabou criando uma verdadeira “corrida pelo carbono” na medida em que os países desenvolvidos se vincularam à proposta que para cada tonelada métrica de dióxido de carbono equivalente reduzida eles iriam ganhar um crédito comercializável.

1.1.3 ACORDO DE PARIS E A COP 26

O Acordo de Paris⁸ representa o culminar de décadas de debates internacionais acerca da preservação ambiental. Essa conquista diplomática é notável, uma vez que nunca antes um número tão expressivo de países havia chegado a um

⁸ No Brasil, de acordo com Borges (2022), o Acordo de Paris foi equiparado pelo Supremo Tribunal Federal (STF) aos tratados de direitos humanos. Nota-se que essa decisão adveio da Arguição de Descumprimento de Preceito Fundamental n. 708 (ADPF 708), que versa sobre a omissão do governo em destinar recursos do Fundo Clima, criado em 2009 para apoiar projetos de enfrentamento às mudanças climáticas. Mais informações disponíveis em: <<https://www.capitalreset.com/stf-reconhece-acordo-de-paris-como-tratado-de-direitos-humanos-e-por-que-isso-importa/>>. Decisão disponível em<<https://portal.stf.jus.br/processos/detalhe.asp?Incidente=5951856>> (BORGES, 2022).

consenso sobre a temática ambiental global, como ocorreu durante a COP21, em dezembro de 2015. A consequente aprovação do tratado tornou possível sua assinatura na sede da ONU em Nova York, no dia 22 de abril de 2016, e sua entrada em vigor no cenário internacional em 4 de novembro do mesmo ano (UNFCCC, 2023, *Key aspects of the Paris Agreement*). Desde então, o Acordo foi ratificado por um número crescente de países, atingindo um total de 189 Partes (de um total de 197 da Convenção) no primeiro semestre de 2020 (UNFCCC, 2023).

Assim, para melhor compreensão desse resultado se faz necessário estabelecer uma correlação com outros instrumentos, anteriores ao acordo, que ganharam destaque no regime internacional e foram essenciais para propiciar a construção da racionalidade aplicada no dispositivo parisiense.

Deste modo, primeiramente cabe rememorar que a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima dividiu os seus participantes em dois grupos, um correspondente aos países industrializados e desenvolvidos da época (Anexo I) e outro ligado aos países historicamente mais responsáveis pela mudança climática (Anexo II). Ademais, há de se memorar que o Protocolo de Kyoto, precursor do Acordo de Paris, se vinculava apenas aos Estados do Anexo I, o que levantou debate durante a COP11, em 2005. Em suma, na 1ª Reunião das Partes do KP (AWG-KP, na sigla em inglês) foi questionado se os países não-Anexo I (em desenvolvimento) também irão assumir compromissos de mitigação (OXFORD CLIMATE POLICY/ECBI, 2020, p.12). Consequentemente, tal insatisfação culminou no abandono da aplicação binária (anexo ou não anexo), na medida em que o Acordo de Paris passou a exigir metas (NDCs) de todas as partes, e não apenas dos integrantes do Anexo I.

Outro fator que ganhou relevância no Protocolo de Kyoto, e tem relação direta com o contexto do Acordo de Paris, foi o seu artigo 3(9), pois ele determinava que quando findado o seu primeiro período do compromisso deveriam ser estabelecidas novas metas por meio de emendas.

Conforme artigo 3(9) do Protocolo de Kyoto:

9. Os compromissos das Partes incluídas no Anexo I para os períodos subsequentes devem ser estabelecidos em emendas ao Anexo B deste Protocolo, que devem ser adotadas em conformidade com as disposições do Artigo 21, parágrafo 7. A Conferência das Partes na qualidade de reunião das Partes deste Protocolo deve dar início à consideração de tais compromissos pelo menos sete anos antes do término do primeiro período de compromisso ao qual se refere o parágrafo 1 acima. (Protocolo de Kyoto, 1998, p.6)

Observa-se que o artigo mencionado associava a criação de novas metas com discussões na Conferência das Partes (COP). Logo, cabe analisar que, assim como a Convenção Quadro das Nações Unidas, o Protocolo de Kyoto também é dinâmico. Ou seja, ele é continuamente implementado por decisões na Conferência das Partes, característica essa herdada pelo Acordo de Paris.

Através de uma análise cronológica constata-se que no ano de 2012, aconteceu a COP18 em Doha, onde o principal ponto acordado foi a prorrogação do Protocolo de Kyoto (DUARTE, 2022, p.15). A Emenda de Doha garantiu que o KP continuasse em vigor, estabelecendo o segundo período de compromisso de janeiro de 2013 a dezembro de 2020 (OXFORD CLIMATE POLICY/ECBI, 2020, p.3). No entanto, no contexto em questão, ainda não havia uma definição clara da forma jurídica do novo acordo internacional sobre o clima. E conforme Natascha Trennepohl (2022), essa falta de clareza contribuiu para aumentar a incerteza em relação às demandas dos créditos de carbono no mercado global. Como resultado, tanto a COP19 quanto a COP20 foram preparatórias para a criação de um novo acordo climático. Mas somente na COP21, de fato, esse acordo foi estabelecido. Em outras palavras, essas conferências foram um prelúdio para o Acordo de Paris (DUARTE, 2022, p.15-16).

Como se pode ver, o Acordo de Paris foi consequência de uma série de questões, que tinham como objetivo sistematizar o funcionamento do regime jurídico internacional das mudanças climáticas. Trata-se de um marco histórico, uma vez que o instrumento conseguiu reunir um número significativo de países para fortalecer a resposta global à ameaça da mudança do clima, no contexto do desenvolvimento sustentável e dos esforços de erradicação da pobreza. Portanto, o tratado fortaleceu obrigações jurídicas já existentes e descreveu novas urgências.

O artigo 2º do Acordo determina os objetivos gerais a serem perseguidos pelos Estados-Partes, são eles:

(a) Manter⁹ o aumento da temperatura média global bem abaixo de 2°C em relação aos níveis pré-industriais, e envidar esforços para limitar esse aumento da temperatura a 1,5°C em relação aos níveis pré-industriais, reconhecendo que isso reduziria significativamente os riscos e os impactos da mudança do clima; (b) Aumentar a capacidade de adaptação aos impactos negativos da mudança do clima e promover a resiliência à mudança do clima e um desenvolvimento de baixa emissão de gases de efeito estufa, de uma maneira que não ameace a produção de alimentos; e (c) Tornar os fluxos financeiros compatíveis com uma trajetória rumo a um desenvolvimento de baixa emissão de gases de efeito estufa e resiliente à mudança do clima. (BRASIL, Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, 2022, p.8)

Primeiramente cabe pontuar que a temperatura de 1,5°C foi definida com base no relatório especial sobre o aquecimento global, publicado em 2018 pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC). Essa pesquisa destaca que permanecer dentro de 1,5°C em comparação com 2°C reduziria impactos desafiadores nos ecossistemas, na saúde humana e no bem-estar planetário. No entanto, o relatório também afirma que há uma janela de 10 anos para reduzir as referidas emissões antropogênicas de dióxido de carbono global (ou seja, até 2030) para conter o aquecimento a 1,5°C (OXFORD CLIMATE POLICY/ECBI, 2020, p.39).

O segundo objetivo, traçado no subparágrafo (b), foi aumentar a rede de apoio aos países e fortalecer a capacidade de adaptação às mudanças climáticas. Desta forma, em conjunto com seu artigo 7º, o acordo de Paris criou o chamado objetivo geral de adaptação (GGA na sigla em inglês), o que permitiu que os projetos dos países fossem contextualizados com a meta geral de temperatura prevista no acordo. Ademais, ainda por meio do artigo 7º foi reconhecida a vital necessidade de uma cooperação internacional para o andamento do quadro de adaptação climática.

⁹ A convenção Quadro das Nações Unidas, assinada em 1992, tinha como objetivo “estabilizar as concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera em um nível que impeça uma interferência humana perigosa no sistema climático”. Em contrapartida, o Acordo de Paris, de 2015, objetivava “Manter o aumento da temperatura média global bem abaixo de 2°C”. Assim, observa-se que a alteração da expressão “estabilizar” para “manter” revela uma verdadeira mudança de postura da humanidade perante o quadro climático. Isto é, no primeiro momento acreditavam que os esforços humanos seriam capazes de estabilizar a concentração de gases de efeito estufa, entretanto, no contexto do Acordo de Paris a crença é de que não será possível frear o sistema ao ponto de uma estabilização, de modo que a alternativa restante é “não piorar” “manter o que já está posto” (REI; GONÇALVES; DE SOUZA, 2017).

Como resultado, foram introduzidas comunicações de adaptação à Avaliação Global das Contribuições Determinadas Nacionalmente (NDCs, na sigla em inglês)¹⁰ (OXFORD CLIMATE POLICY/ECBI, 2020, p.66).

Somando a isso, cabe esclarecer que as referidas Contribuições Nacionalmente Determinadas correspondem às metas que cada um dos países signatários têm para reduzir suas emissões de GEE. Nesse sentido, o Acordo de Paris inovou porque abriu espaço para que as próprias partes definissem suas medidas de mitigação doméstica, reconhecendo, portanto, a soberania de cada ente. Portanto, essa característica, das NDCs serem determinadas nacionalmente e não negociadas internacionalmente, "aponta para a importância da expansão das ferramentas domésticas de mitigação dos impactos das mudanças climáticas" (BALDUINO, 2020, p. 9).

Já o subparágrafo (c) do artigo 2º teve influência direta nos fluxos financeiros dos signatários, na medida em que exigiu compatibilidade com um desenvolvimento de baixa emissão de gases de efeito estufa e resiliente à mudança do clima. Isto é, a partir dele os Estados concordaram em, voluntariamente, orientar suas finanças a uma estratégia mais "verde" (sustentável). Outrossim, conforme consta no Guia do Acordo de Paris (2020), as partes têm monitorado e avaliado seus impactos com base nos artigos 9º e 13, que esmiúçam sobre as finanças e a necessidade de transparência após implementações.

Entretanto, apesar da existência do compromisso de comunicação das contribuições nacionalmente determinadas, o Acordo de Paris não gerou força juridicamente vinculante à realização delas. Pois, de acordo com a literalidade do texto, a ideia era que os Países apenas buscassem alcançar suas pretensões de NDCs. Em outras palavras, não foi firmada nenhuma obrigação que implicasse na concretização, de fato, das metas. Em suma, ficou acordado que as partes devem comunicar suas contribuições e atualizar, a cada cinco anos, os referidos valores, sempre

¹⁰ Também chamado de "GST" Global Stocktake em inglês. "O GST é um processo importante do Acordo de Paris, que ocorre a cada cinco anos, para avaliar o progresso global na redução das emissões de gases de efeito estufa e para determinar se as ações empreendidas pelos países signatários são suficientes para cumprir as metas de temperatura acordadas" (OXFORD CLIMATE POLICY/ECBI, 2020, p. 45).

considerando a maior ambição possível (TRENNEPOLH, 2022, p. 46). Pode-se concluir, portanto, que os componentes de adaptação não são obrigatórios.

Assim se analisa nos artigos do Acordo de Paris:

4(2) Cada Parte deve preparar, comunicar e manter sucessivas contribuições nacionalmente determinadas que pretende alcançar. As Partes devem adotar medidas de mitigação domésticas, com o fim de alcançar os objetivos daquelas contribuições.

4(9) Cada Parte deve comunicar uma contribuição nacionalmente determinada a cada cinco anos de acordo com a decisão 1/CP.21 e quaisquer decisões pertinentes da Conferência das Partes na qualidade de reunião das Partes deste Acordo e tendo em conta os resultados da avaliação global prevista no Artigo 14. (BRASIL, Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, 2022, p. 10/11).

Tendo essa lógica em mente, é mais compreensível o resultado da pesquisa do *World Resources Institute* do ano de 2022, indicando que 86% das partes do Acordo de Paris submeteram NDCs (*World Resources Institute*, 2022, p. 69). Nessa linha, o Brasil adotou em 2016, por meio da portaria MMA n° 150, seu plano nacional de adaptação à mudança climática, porém a referida política de mapeamento encontra-se desatualizada.

Contudo, é importante ressaltar que apesar de não serem obrigatórias, a partir do momento em que as NDCs são (auto) assumidas pelas partes, elas se tornam mandatárias, de modo os outros membros do Acordo podem impor sanções, e até mesmo intervenções no modelo *bottom-up*, quando as metas não são cumpridas (REI; GONÇALVES; DE SOUZA, 2017, p. 13).

Além dos pontos já levantados, as NDCs revelam mais uma característica marcante do Acordo de Paris, qual seja, a transição da abordagem “*top-down*” (usada no protocolo de Kyoto) para a abordagem “*Bottom-Up*”. Isso porque, a lógica de existir um mandamento normativo superior como modelo hierárquico vinculante dos destinatários foi substituída pela liberdade de autogestão dos Estados, agora autônomos para definirem seus próprios compromissos/NDCs à luz de suas capacidades nacionais (BALDUINO, 2020, p. 12).

Assim o tema é elucidado no seguinte trabalho científico:

As Contribuições Nacionalmente Determinadas, por sua vez, trazem um enfoque diferenciado. Primeiramente, conforme vimos, elas rompem com aquela segregação binária entre “países desenvolvidos” e “em desenvolvimento”, para reconhecer as circunstâncias especiais de cada nacional à luz do princípio das responsabilidades comuns, porém diferenciadas, conforme vimos anteriormente. Além disso, o Acordo de Paris, através das Contribuições Nacionalmente Determinadas, utiliza a abordagem “Bottom-Up”, onde as normas não são mandatoriamente definidas e inalteráveis por uma “normativa superior”. Pelo contrário, os compromissos e as metas a serem alcançadas são definidos pelo próprio Estado (Bottom) que se obriga a cumpri-las perante a sociedade internacional, elaborando, comunicando e mantendo suas sucessivas contribuições nacionalmente determinadas, que são transformadas em um documento oficial e depositadas junto ao Secretariado para paulatino acompanhamento (Up) (BALDUINO, 2020, p. 12).

Portanto, o tratado solicitou que as NDCs fossem publicizadas pelas partes, mediante registro público mantido pelo secretariado, e não através da criação de anexos ao instrumento. Tal exigência ficou registrada no artigo 4º incisos (2) e (12) do tratado.

Dentre todos os dispositivos do Acordo de Paris, nenhum impactou tanto o regime internacional das mudanças climáticas quanto o artigo 6º, que se materializou como peça chave para aplicação da racionalidade do dispositivo parisiense. Isso porque, o referido artigo foi responsável por descrever três mecanismos separados para colaboração voluntária: dois mecanismos de colaboração com mercados e um terceiro mecanismo baseado em abordagens não mercadológicas. Assim, a ideia era de que os Estados-Partes fizessem uso desses instrumentos para alcançarem suas NDCs.

Dentre as ferramentas previstas, o artigo 6(2) se refere a um mecanismo de cooperação, com abordagens bilaterais ou multilaterais, para transações de resultados de mitigação transferidos internacionalmente (ITMOs). Já o artigo 6(4) trabalha com um mecanismo de crédito, com governança centralizada, para emitir unidades de redução de emissões. Por fim, o artigo 6(8) estabelece um quadro para promover abordagens não baseadas nos mercados (OXFORD CLIMATE POLICY/ECBI, 2020, p. 57).

O artigo 6(4) trata de uma ferramenta chamada Mecanismo de Desenvolvimento Sustentável (MDS), que deve ser usada voluntariamente pelas partes. Tal mecanismo abre a possibilidade para as entidades públicas e privadas participarem através de créditos comerciais (TRENNEPOHL, 2022). Entretanto, em conformidade com a inteligência do artigo 6(5), as reduções sob esse mecanismo não podem ser utilizadas pelas partes anfitriãs para cumprimento de suas NDCs, se já tiverem sido incorporadas, por meio de transferência, ao cumprimento das NDCs de outra parte.

É clara a redação do artigo do Acordo de Paris:

6(5). Reduções de emissões resultantes do mecanismo a que se refere o parágrafo 4o deste Artigo não deverão ser utilizadas para demonstrar o cumprimento da contribuição nacionalmente determinada da Parte anfitriã, se utilizadas por outra Parte para demonstrar o cumprimento de sua contribuição nacionalmente determinada (BRASIL, Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, 2022, p. 14).

Diante disso, nota-se que o texto demonstra certa preocupação com eventual contagem dupla dos créditos de carbono entre países. No entanto, é preciso pontuar que mesmo sendo um avanço inquestionável, o artigo 6º do Acordo de Paris apenas formulou a estrutura geral dos instrumentos de mitigação. Por conseguinte, os modelos de operações dos mecanismos foram esquematizados na 26ª Conferência das Partes.

A COP26, que deveria ter acontecido em 2020, foi adiada em um ano, para acontecer em novembro de 2021 em Glasgow, na Escócia. Dentre os objetivos principais que deveriam ser debatidos estava a regulamentação do Artigo 6º do Acordo de Paris, que trata do mercado de carbono. Nesse sentido, o Pacto Climático de Glasgow¹¹ finalizou o livro de regras do Acordo de Paris e também tratou de pontos como a redução gradual dos subsídios aos combustíveis fósseis e o uso do carvão. De acordo com Santos (2021) a partir da COP 26 o Acordo de Paris se

¹¹ O texto de Glasgow está, na verdade, dividido em três documentos: a decisão 1/CMA.3. Disponível em: <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/cop26_auv_2f_cover_decision.pdf> (UNFCCC,2023) a decisão 1/CP.26. Disponível em:<https://unfccc.int/sites/default/files/resource/cma3_auv_2_cover%20decision.pdf> (UNFCCC,2023) e a decisão 1/CMP.16, disponível em: <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/cmp16_auv_2c_cover%20decision.pdf> (UNFCCC,2023).

tornou um tratado integralmente funcional, passando, finalmente, da fase de regulamentação para implementação.

Deste modo, considerando que o Pacto Climático de Glasgow é dotado de uma potência implementativa, um dos principais avanços por ele regulamentado foi a definição de regras para o mercado de carbono. Pois trata-se de uma importante ferramenta econômica para os países cumprirem suas NDCs, na medida em que permite a compra e venda de créditos de emissão de gases do efeito estufa, estimulando a adoção de práticas mais sustentáveis. Além disso, o Quadro Avançado de Transparência também foi concluído na COP 26. Nele foram definidos formatos padronizados para a contabilização e informação das metas e emissões nos compromissos dos países, o que garante mais transparência e previsibilidade nas ações climáticas. Ademais, o pacto divergiu positivamente da meta de “abaixo de 2°C” do Acordo de Paris e atualizou o compromisso global de manter o aumento da temperatura em 1,5°C em relação ao período pré-industrial (SANTOS, 2021).

Diante o exposto, apesar do Pacto Climático de Glasgow ter sofrido críticas, principalmente pelo tímido compromisso relacionado ao uso de combustíveis fósseis e a estagnação das negociações quanto ao mecanismo de perdas e danos, ele ainda se mantém com saldo positivo, muito por conta das decisões envolvendo o mercado de carbono. Desta forma, observa-se que a complexidade do regime internacional das mudanças climáticas propiciou o desenvolvimento de inovações que desafiam o mercado global com uma nova abordagem, rumo à descarbonização.

1.2 PROJETO DE LEI N. 412/2022: A REGULAMENTAÇÃO DO MERCADO DE CARBONO BRASILEIRO

A Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) foi publicada em dezembro de 2009 através da Lei nº 12.187/2009. Por meio dela, o Brasil adotou sua primeira meta voluntária de redução de emissões de gases do efeito estufa, que deveria ser alcançada até 2020 (TRENNEPOLH, 2022, p.133). Assim, conforme instituiu o artigo

12 da referida legislação, o Brasil se comprometeu com a mitigação nos seguintes termos:

Art. 12. Para alcançar os objetivos da PNM, o País adotará, como compromisso nacional voluntário, ações de mitigação das emissões de gases de efeito estufa, com vistas em reduzir entre 36,1% (trinta e seis inteiros e um décimo por cento) e 38,9% (trinta e oito inteiros e nove décimos por cento) suas emissões projetadas até 2020. (BRASIL. Lei nº 12.187/2009, artigo 12)

Já em 2017, o Brasil concluiu a ratificação do acordo de Paris por meio da promulgação do Decreto nº 9.073/2017. Ato contínuo, no dia 8 de dezembro de 2020 o país apresentou oficialmente sua primeira Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC) ao Secretário da UNFCCC, referente aos anos de 2015 e 2030, conforme vigência do Acordo de Paris. Entretanto, ressalta-se que a NDC foi alvo de críticas devido aos dados de porcentagem se demonstrarem como inconclusivos e vagos (TRENNEPOLH, 2022, p.133). Com efeito, apesar da ativa participação do Brasil nas negociações internacionais sobre mudanças climáticas em 1990, a atual conjectura é a de que ainda não existe um comércio brasileiro de emissões para unidades de carbono. Na verdade, o ordenamento jurídico brasileiro faz apenas o tratamento de matérias relacionadas, como a mitigação de GEE, de forma esparsa na legislação.

Desta forma, para mudar tal realidade, o Projeto de Lei (PL) número 412/2022 propõe a regulamentação do Mercado Brasileiro de Redução de Emissões (MBRE), até então previsto pela Lei nº 12.187/2009, porém ainda não implementado. Ademais, no que tange sua tramitação, o PL de autoria do ex Senador Chiquinho Feitosa (DEM/CE)¹², foi encaminhado à publicação no diário do senado federal na data 25 de fevereiro de 2022, já no dia 25 de outubro de 2022 a presidência do senado federal determinou, com fundamento no art. 48, parágrafo 1º, do Regimento Interno, e em atendimento ao Requerimento nº 693, de 2022, a tramitação conjunta do referido Projeto de Lei com os Projetos de Lei nºs 2.122; 4.028; e 3.606, de 2021,

¹² O TSE aprovou no dia 08/02/23, por unanimidade, o registro do União Brasil, partido que resulta da fusão de PSL e DEM. O Tribunal validou o estatuto e o programa partidário. A legenda já pode participar das eleições de 2022. Terá como número nas urnas o 44. Matéria completa em: <https://www.poder360.com.br/justica/tse-valida-fusao-do-dem-e-psl-e-libera-uniao-brasil/>. (ANGELO;SPCHOTO,2022).

por tratarem de tema correlato. Isto é, o PL nº 2.122 trata do marco regulatório para ativos financeiros associados a mitigação das emissões de gases de efeito estufa, o PL nº 4.028 dispõe sobre diretrizes gerais para regulamentação do mercado de carbono no Brasil e o PL nº 3.606 dispõe sobre o marco regulatório para o Mercado Brasileiro de Redução de Emissões (MBRE).

Durante a tramitação do Projeto de Lei nº 412/2022, ainda na casa iniciadora, a Secretaria de Apoio à Comissão de Assuntos Econômicos (SF-SACAE) recebeu algumas emendas apresentadas por senadores. A primeira emenda (1-T) foi apresentada pelo senador Roberto Rocha em 04/11/2022, seguida da segunda emenda (2-T) pelo senador Guaracy Silveira em 14/11/2022 e da terceira emenda (3-T) pelo senador Weverton Rocha Marques de Sousa em 25/11/2022. Logo após, em 29/11/2022, a comissão se reuniu na câmara do senado e aprovou o parecer do senador Tasso Jereissati, que foi favorável ao projeto e acolheu parcialmente as Emendas nºs 1-T, 2 e 3-T.

Desde então, após requerimento REQ 50/2022-CMA, a Secretaria de Apoio à Comissão de Meio Ambiente (SF-SACMA) vem recebendo pedidos dos Senadores com objetivo de aumentar a lista de convidados da audiência pública que debaterá o projeto de lei. Por fim, conforme site do Senado Federal¹³, a última movimentação do projeto se deu no dia 02/02/2023, informando que o mesmo aguarda sua distribuição.

Diante o exposto, a análise acerca da tramitação legislativa é de que o projeto de lei, sobre a regulamentação do Mercado Brasileiro de Redução de Emissões (MBRE), ainda terá que passar por votação na câmara dos deputados e pelo chefe do Poder Executivo, por meio do exercício do veto ou da sanção (deliberação executiva) (MORAES, 2022). Já no que tange seu conteúdo, segundo Caroline Dihi Prolo¹⁴, a existência do projeto, por si só, já é um tremendo avanço pois se aprovado irá ajudar

¹³ O site pode ter atualizado com novas informações durante o desenvolvimento do presente projeto de conclusão de curso, para saber mais acesse: <https://www.congressonacional.leg.br/materias/materias-bicameras/-/ver/pl-412-2022>

¹⁴ “Advogada especialista em mudanças climáticas. Diretora executiva da LACLIMA, organização de juristas dedicados ao desenvolvimento do direito das mudanças climáticas na América Latina. É consultora do IIED, instituto que apoia os países menos desenvolvidos nas negociações da Convenção de Clima da ONU e do Acordo de Paris” (CAPITAL RESET, 2023).

o Estado brasileiro na gestão dos seus ativos de carbono à luz dos seus compromissos internacionais.

Além disso, o Projeto de Lei nº 412/2022 prevê tanto a criação do sistema brasileiro de Gestão de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SBGE-GEE) quanto a geração voluntária de offsets¹⁵ para cumprimento das obrigações dos setores regulados. Ou seja, o projeto de lei propõe duas categorias de ativos, os direitos de emissão de gases de efeito estufa (DEGEE), que todos do setor regulado devem possuir e reduções verificadas de emissões (RVE), que podem ser adquiridas para o setor regulado alcançar suas metas.

Portanto, passado o trâmite legislativo para a conversão do Projeto nº 412/2022 em Lei propriamente dita, o Brasil estaria mais próximo dos compromissos assumidos perante o regime internacional das mudanças climáticas, o que seria uma postura condizente como signatário do acordo de Paris.

Por fim, insta memorar que se comparado ao continente europeu, que possui o maior Sistema de Comércio de Emissões (EU ETS) já desenvolvido, o Brasil tem um enorme potencial para se destacar no provimento de ativos ambientais dado as características e particularidades de seu território, rico em florestas e em matrizes energéticas renováveis. Logo a regulamentação do Mercado Brasileiro de Redução de Emissões (MBRE) demonstra ter um caráter fortemente econômico, o que deve ser levado em consideração durante a tramitação do projeto para identificar os atores que têm interesse no seu prosseguimento (ou não).

¹⁵ No contexto de mercado de carbono e offsets para cumprimento das obrigações, normalmente voluntárias. Ademais, "offsets" pode ser traduzido como "compensações" para o português. As empresas que emitem gases de efeito estufa podem comprar compensações (offsets) para neutralizar parte de suas emissões, contribuindo para a redução líquida de emissões de Co2 na atmosfera. Mais detalhes em: <https://www.capitalreset.com/o-que-voce-precisa-saber-para-comecar-a-entender-o-mercado-de-carbono/> (VIRI,2022)

1.2 MERCADOS REGULADOS VS MERCADOS VOLUNTÁRIOS DE CARBONO

O termo externalidade negativa é usado para designar o fenômeno em que o bem estar de um indivíduo, ou as condições de produção de uma empresa, são afetadas pela ação de outro agente econômico, sem que este último tenha que arcar com as consequências de suas ações no mercado (ANTUNES, 2015, p. 11).

Diante disso, por meio de uma análise econômica, é possível compreender as emissões de GEE como externalidades negativas, pois quando os agentes não internalizam os custos das emissões de gases por eles produzidas, mas ainda assim auferem proveito econômico de suas atividades, a classificação pode ser feita sob a lógica da externalidade ambiental. Porque, neste caso, toda a sociedade é prejudicada, dado o agravamento da vulnerabilidade climática do planeta. Nesse sentido, é justamente por esse motivo que a precificação do carbono se justifica, trata-se, portanto, de uma tentativa de corrigir essa falha e fazer com que os agentes emissores internalizem os seus custos (Future Carbon Group, 2022, p.6).

Como visto, desde o protocolo de Kyoto o mercado de carbono foi criado e, por meio dele, os países têm comercializado créditos de carbono, que podem ser definidos da seguinte forma:

1 Crédito de Carbono = um certificado digital que comprova que uma empresa ou um projeto ambiental (projetos de conservação florestal, reflorestamento de áreas devastadas, energia limpa, biomassa, etc.) evitou a emissão (poluição) de 1 tonelada de CO₂eq (dióxido de carbono equivalente) em um determinado ano. (MOSS, 2020, p. 7).

Existem duas formas de precificar o carbono: através de impostos sobre emissões, em que o governo define unilateralmente um preço fixo, ou através de mercados de carbono, em que os valores dos créditos são definidos pelo próprio mercado. Ademais, há dois tipos de mercado de carbono: o regulado e o voluntário. O mercado regulado, também chamado de obrigatório, consiste em imposições governamentais para que setores específicos da economia atinjam metas obrigatórias de redução das emissões de CO₂ (Future Carbon Group, 2022, p.6).

Ou seja, é estabelecido um limite para as emissões dos entes regulados, de forma que, se uma empresa do setor exceder seu limite, terá que comprar permissões do valor excedente de outra empresa regulada que emitiu menos do que poderia. Esse esquema de limitação é conhecido como "cap and trade" (Future Carbon Group, 2022, p. 8).

Já o mercado voluntário trabalha tanto com demandas advindas de empresas quanto de integrantes da sociedade civil. No que tange às empresas, a lógica é de permitir que aquelas não pertencentes ao setor regulado possam, voluntariamente, comprar créditos. Entretanto cabe pontuar que, via de regra, tal medida só é tomada em nome da reputação social da organização em questão, e não por livre iniciativa ou "bondade" das empresas. Por conta disso, a pressão popular sob esses setores é determinante para o desenvolvimento do mercado voluntário de crédito carbono no ramo empresarial (Future Carbon Group, 2022, p.11). Assim, sobre esse segundo mercado, na atualidade tem se constatado uma demanda crescente de consumidores europeus e norte-americanos que não compram produtos ou serviços de empresas que não se neutralizam (MOSS,2020, p. 47), ou seja, que não compram seus créditos excedentes e internalizam suas externalidades negativa ligadas a emissão de GEE.

Em tese, os créditos de carbono do mercado voluntário podem vir de qualquer projeto que sequestre, evite ou reduza a emissão de GEE, entretanto, já existem modelos consolidados (Future Carbon Group, 2022, p. 12). Atualmente os créditos de carbono do mercado voluntário são gerados/criados de quatro formas principais, sendo elas: florestal, de energia limpa, de aterro sanitário e de biomassa. Nota-se que os créditos florestais se subdividem em dois, os oriundos de áreas de reflorestamento e os das áreas de conservação (projetos REDD+ ou "Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal") (MOSS,2020, p. 50).

2. TECNOLOGIA BLOCKCHAIN

2.1 DIREITO DIGITAL: DEFINIÇÃO E PRINCÍPIOS

O Direito Digital é o ramo do direito que se preocupa em lidar com casos jurídicos ligados à internet, podendo, portanto, ser definido como o conjunto de normas e princípios que regem as relações jurídicas estabelecidas na rede internacional de computadores e em outros meios eletrônicos. Tal especialidade surgiu como uma resposta às transformações tecnológicas da sociedade contemporânea, que impôs para os operadores do Direito a necessidade de desenvolver conhecimentos acerca de alguns elementos fundamentais a respeito da rede, bem como das diferenças entre os diversos provedores de serviços intermediários, para melhor aplicação do Direito nos casos concretos (LEONARDI, 2019, p. 09).

Com efeito, a Lei 12.965/2014, popularmente conhecida como o Marco Civil da Internet, categorizou em seu artigo 5º, incisos V e VII, os provedores de conteúdo da Internet brasileira como provedores de conexão e de aplicação. Outrossim, a referida lei estabeleceu princípios e diretrizes ao ordenamento jurídico brasileiro, como por exemplo a ideia de “responsabilização dos agentes de acordo com suas atividades, nos termos da lei”, vide art. 3º, VI¹⁶ (LEONARDI, 2019, p. 11). De modo geral, observa-se que essa importante legislação para o Direito Digital serve como uma espécie de instrumento subsidiário, pois fornece aos juristas os principais aspectos técnicos da rede, sem os quais seria impossível de trabalhar com celeridade nas demandas.

Ademais, no que tange os princípios aplicáveis ao Direito Digital, Patrícia Peck Pinheiro (2021, p. 26) elucida:

¹⁶ Art. 3º A disciplina do uso da internet no Brasil tem os seguintes princípios: VI - responsabilização dos agentes de acordo com suas atividades, nos termos da lei. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2014/lei/l12965.htm#art32. (BRASIL, 2014).

O Direito Digital consiste na evolução do próprio Direito, abrangendo todos os princípios fundamentais e institutos que estão vigentes e são aplicados até hoje, assim como introduzindo novos institutos e elementos para o pensamento jurídico, em todas as suas áreas (Direito Civil, Direito Autoral, Direito Comercial, Direito Contratual, Direito Econômico, Direito Financeiro, Direito Tributário, Direito Penal, Direito Internacional etc.).

A análise acima leva em consideração que, de forma geral, o Direito sempre estará “atrasado” em relação à realidade que o cerca e, em especial, as regras do Direito Digital são as que mais correm o risco de se tornarem obsoletas com o tempo, pois as transformações do mundo tecnológico são constantes e abruptas. Nota-se, desta forma, que no direito digital prevalecem os princípios em relação às regras, pois o ritmo de evolução tecnológica será sempre mais veloz que o da atividade legislativa (PINHEIRO, 2021, p. 26).

Por fim, é importante ressaltar que a publicidade das normas é um dos pilares fundamentais para a gestão do Direito Digital. Pois por meio delas é possível estabelecer um diálogo transparente entre os usuários e provedores, definindo previamente quais são as expectativas e responsabilidades de cada parte.

Na prática, de acordo com Pinheiro (2021), a publicação das normas digitais em formato de *disclaimer*¹⁷ tem se mostrado uma medida crucial para a eficácia e regulamentação do Direito Digital. Isso porque, essa técnica deixa mais claro para os usuários quais são as regras aplicáveis no caso concreto, o que acarreta em maior segurança nas relações e transações online. Nesse sentido, a publicidade das normas digitais ganha uma nova dimensão, qual seja, de uma ferramenta protetora de direitos e interesses dos indivíduos e empresas na era digital.

2.2 DEFINIÇÃO E CARACTERÍSTICAS DA TECNOLOGIA BLOCKCHAIN

¹⁷ Disclaimer pode ser definido como um aviso legal, “uma declaração escrita que esclarece ou limita a responsabilidade de uma empresa ou investidor em relação a informações ou produtos fornecidos”. Mais informações em: <https://exame.com/invest/guia/o-que-e-disclaimer-saiba-como-escrever-atualizar-e-quais-informacoes-incluir/>. (EXAME, 2023).

A definição de *blockchain* nasceu em 2008, por meio de um artigo acadêmico publicado sob o pseudônimo de Satoshi Nakamoto, hoje conhecido como o criador do bitcoin. Em linhas gerais, *blockchain* é uma tecnologia distributiva e descentralizada de registro eletrônico de dados (CROSBY, et al, 2015, p.5). Assim, para compreender tal definição, primeiramente se faz necessário analisar os componentes do conceito ora estipulado. Logo, trata-se de uma tecnologia distributiva, pois os utilizadores da *blockchain* possuem uma cópia atualizada das informações que foram armazenadas na rede. Além disso, ela é uma tecnologia descentralizada porque nenhuma entidade específica a controla, na verdade, é uma base de dados digital e compartilhada por um conjunto de utilizadores ligados à internet (FREIRE, 2021, p. 17).

Segundo Semou Faye Papa (2017, p. 01), sobre a definição da referida tecnologia, seu funcionamento tem os seguintes aspectos:

“*Blockchain* é um registro contábil de operações digitais divididos e atribuídos a múltiplos *stakeholders* e só pode ser atualizado com um acordo entre a maior parte dos participantes do sistema. É a informação que, uma vez escrita, nunca mais pode ser sobrescrita, de tal modo que a *Blockchain* contém um registro certo e verificável de cada transação já efetuada”.

Diante disso, uma *blockchain* é, a grosso modo, uma espécie de banco de dados, distribuído de registros de todas as transações ou eventos digitais que foram executados e compartilhados entre os participantes. E devido às suas características, essa tecnologia é capaz de gerar confiança entre as partes, porque cada transação no registro público é verificada a partir do consenso da maioria dos participantes do sistema. Assim, uma vez digitadas, as informações nunca podem ser apagadas ou editadas, de forma que é possível afirmar que uma *blockchain* contém um registro considerado correto de cada transação já feita e que pode ser verificado (CROSBY, et al, 2015, p .1).

Conforme Michael Crosby, et al, (2015, p.3), em trabalho desenvolvido na Universidade da Califórnia, uma *blockchain* é:

Blockchain é essencialmente um banco de dados distribuído de registros de todas as transações ou eventos digitais que foram executados e compartilhados entre os participantes.²

Deste modo, uma vez compreendido que, simploriamente, *blockchain* é um histórico de dados que não pode ser alterado, resta observar que os conteúdos são armazenados em blocos de informações, os quais são ligados computacionalmente em uma cadeia unidimensional e unidirecional. Tal formato traz uma importante característica das *blockchains*, qual seja, os blocos estão sempre em ordem cronológica (CROSBY, et al, 2015, p .9).

Nesse prisma, de acordo com Michael Crosby, et al, (2015, p.1) a *blockchain* estabelece um sistema de criação de um consenso no mundo digital online, sendo essa sua principal premissa e importância. Isto é, a tecnologia possibilita que as partes envolvidas tenham a garantia de que um evento digital ocorreu, uma vez que é criado um registro inequívoco em um espaço público.

Mas isso não ocorre à toa, como oportunamente dito, as *blockchains* são sistemas descentralizados, isto é, controlados não por uma entidade específica/autoridade central, mas pelo consenso entre os participantes de sua rede (NAKAMOTO, 2022, p.4). Logo, considerando que a economia digital atual baseia-se na dependência de uma determinada autoridade confiável, ou seja, que uma transação depende de um terceiro averiguando a “veracidade” de um certificado, é evidente a fragilidade do sistema porque esse “terceiro” (autoridade, rede social, banco, etc) pode ser hackeado (CROSBY, et al, 2015, p .6).

A seguinte charge ilustra essa dependência de um terceiro, autoridade:

Ilustração 1 - Charge que demonstra como ocorre uma transferência tradicional de dinheiro.



Figure 1. Traditional online financial transactions using third trusted party (Banks, Paypal etc.)¹.

Fonte: Disponível em: <<https://scet.berkeley.edu/wp-content/uploads/BlockchainPaper.pdf>>.

No caso acima, que é como ocorre a economia digital atual, em primeiro lugar, tanto o transmissor quanto o receptor precisam confiar no banco e criar uma conta na instituição. Depois disso, se o transmissor “A” quiser enviar dinheiro para o receptor “B”, ele precisará enviar uma solicitação de transferência para o Banco (terceiro na relação). Assim, a instituição financeira, após averiguar o pedido, irá dar entrada na transação, deduzindo o valor da conta do transmissor “A” e creditando na conta do receptor “B”. Entretanto, existe uma possível falha de segurança nessa relação envolvendo o banco, porque os dados da transação podem ser alterados por algum funcionário ou *software*, de forma proposital ou sem querer. Assim sendo, a tecnologia *blockchain* quebra essa regra, porque permite a transferência direta entre “A” e “B”, nota-se que essa é justamente a ideia principal da criptomoeda Bitcoin (DESHMUKH, 2017).

Portanto, esse é o motivo que o uso da tecnologia *blockchain* é capaz de ser tão revolucionário no campo prático. Pois ao permitir um consenso distribuído, uma vez que uma transação é feita, a informação acerca dela pode ser verificada no futuro por qualquer pessoa e em qualquer momento. Além disso, destaca-se que não há

comprometimento da privacidade dos ativos digitais e das partes envolvidas, até porque, o anonimato é outra característica vital da tecnologia *blockchain* além do consenso distributivo (CROSBY, et al, 2015, p .3).

O exemplo mais popular de aplicação da tecnologia *blockchain* é a criptomoeda Bitcoin, mas essa tecnologia possui diversas aplicações que independem do “universo” cripto (CROSBY, et al, 2015, p .5). Hoje já existem contratos inteligentes¹⁸(OLIVEIRA, et al, 2021, p.2) e *tokens* não fungíveis (NFTs, na sigla em inglês) (DELLOITE, [s.d.], p.6) que recorrem ao sistema *blockchain* por diversas razões, sendo a principal delas a segurança (CROSBY, et al, 2015, p .22).

Tendo em vista o que foi dito, conclui-se que a natureza descentralizada do sistema *blockchain*, ou seja, a dissipação do controle, torna as transações mais seguras, uma vez que não dependem de um intermediário para validação ou registro, como é o caso dos sistemas centralizados tradicionais. Além disso, a tecnologia *blockchain* garante transparência, privacidade e integridade dos dados, uma vez que as informações registradas são imutáveis e podem ser acessadas por qualquer pessoa autorizada, ao mesmo tempo em que são protegidas contra fraudes e ataques cibernéticos. Essas características tornam a *blockchain* uma opção atraente para aplicações que exigem alto nível de confiança e segurança, como é o caso dos citados contratos inteligentes, dos NFTs e das criptomoedas.

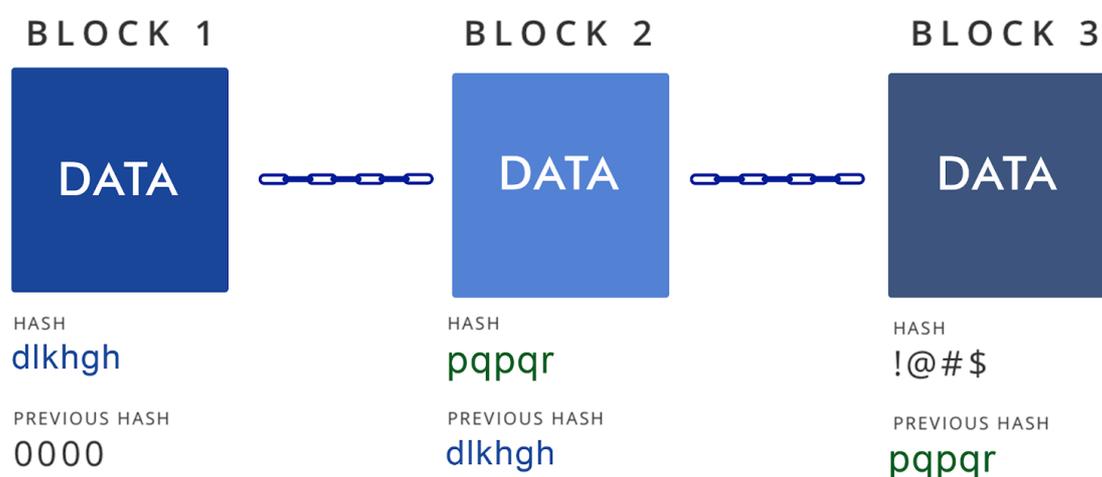
2.3 ELEMENTOS E DINÂMICA DA TECNOLOGIA BLOCKCHAIN

A arquitetura da tecnologia *blockchain* é complexa porque envolve vários componentes que trabalham em conjunto para garantir a segurança e a integridade

¹⁸ Conforme João Pedro Freire (2021), “ noção de smart contract é atribuída a Nick Szabo que a apresentou pela primeira vez em 1994. Este definiu os smart contracts como sendo: "um protocolo de transações computadorizadas que executa os termos de um contrato". Os smart contracts ou contratos inteligentes são no fundo acordos de vontade automatizados através de código, o qual visa facilitar, fazer cumprir e controlar a execução do contrato. Estes são criados e existem dentro da Blockchain. As partes definem os termos do contrato sob a forma de código e este autoexecuta-se à medida que as condições/instruções definidas pelas partes se concretizam. Isto tudo funciona sem a necessidade de intermediação, pois o contrato é transmitido para a Blockchain, controlando a execução do contrato não só o código, mas também os utilizadores da Blockchain e ficando o smart contract registado nela” (FREIRE, 2021, p.47).

das transações. Um dos elementos fundamentais presentes na dinâmica dessa tecnologia é o bloco, que armazena as transações de forma cronológica e as protege através da criptografia¹⁹. Além disso, existe a cadeia, também conhecida como *blockchain*, que conecta os blocos e garante a imutabilidade dos dados. Observa-se, portanto, que cada bloco possui um aglomerado de dados (*data*), um identificador chamado de *hash*²⁰ e um hash associado ao bloco imediatamente anterior da cadeia, com exceção do primeiro bloco (*Genesis Block*) que não tem antecessores (FREIRE,2021, p.18). É possível analisar essa dinâmica no seguinte esquema:

Ilustração 2 - Imagem ilustrativa da dinâmica da tecnologia *blockchain*

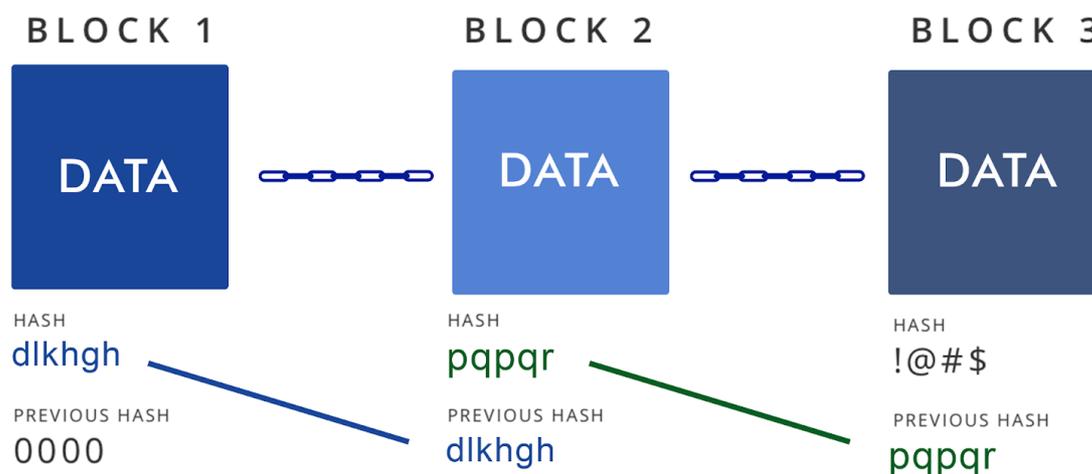


Fonte: <<https://www.blockchainexpert.uk/blog/how-does-blockchain-work>>.

¹⁹ A criptografia é a ciência que estuda como esconder ou encriptar informação. A informação é encriptada quando se transforma determinada informação em código como meio de a proteger, escondendo-a atrás de um código que só pode ser decodificado através da utilização de uma chave de descriptação (chave que converte o código novamente em informação) (FREIRE,2021, p. 17).

²⁰ Hash é um código extenso de letras e números justapostos, logo existem infinitas combinações de hash. Existem 4 algoritmos de hashing: o SHA-0,SHA-1,SHA-2,SHA3. O algoritmo utilizado pela Bitcoin é o SHA-256, modelo de SHA-2. Já o algoritmo utilizado pela Ethereum é o Sha-3 (FREIRE, 2021, p. 37).

Ilustração 3 - Imagem ilustrativa dando destaque para a ligação entre o hash de cada bloco com o antecessor.



Fonte: <<https://www.blockchainexpert.uk/blog/how-does-blockchain-work>> .

Considerando essa estrutura, fica claro que eventual alteração em qualquer um dos blocos da cadeia faz com que ele e todos os seguintes se tornem inválidos. Logo, a fim de “confirmar” se um bloco ou até mesmo uma cadeia é válida, a tecnologia *blockchain* pode fazer o uso de diferentes algoritmos para obtenção de consenso, atualmente os mecanismos mais famosos são os chamados de “proof of work” (PoW) e “proof of stake” (PoS) (FREIRE, 2021, p. 32).

De acordo com Freire Papa (2021) no mecanismo proof of work (PoW) (em português, prova de trabalho) a informação agregada é registrada na *Blockchain* por meio de “mining” (mineração) de blocos. De forma geral, o objetivo do mecanismo é exigir um esforço computacional para adicionar um novo bloco à cadeia, tornando difícil para um atacante adulterar ou modificar blocos existentes. Assim, um novo bloco só integra a cadeia, ou seja um novo hash só é criado, depois da resolução de determinado problema matemático de alta complexidade.

Em outras palavras, nesse sistema, que é o utilizado pelo *blockchain* Bitcoin, a ideia é que um minerador de criptomoedas, por exemplo, resolva um problema matemático complexo, o qual envolve calcular o valor de um hash com um

determinado número de *bits*²¹ zero no início, o processo de resolução do problema se chama *mining* e ele se dá pela tentativa e erro (NAKAMOTO, 2022, p.3).

Sobre o mecanismo *proof of work*, o artigo acadêmico publicado sob o pseudônimo de Satoshi Nakamoto (2022, p. 3) esclarece:

A prova de trabalho envolve a procura por um valor que, quando codificado, como com SHA-256, comece com um determinado número de bits zero. O trabalho médio necessário é exponencial no número de bits zero exigidos e pode ser verificado executando um único hash. Para nossa rede de registro de tempo, implementamos a prova de trabalho incrementando um nonce no bloco até encontrar um valor que dê ao hash do bloco os bits zero necessários. Uma vez que o esforço da CPU foi gasto para satisfazer a prova de trabalho, o bloco não pode ser alterado sem refazer o trabalho. À medida que blocos posteriores são encadeados após ele, o trabalho para alterar o bloco incluiria refazer todos os blocos após ele.(NAKAMOTO, 2022, p.3)²².

Isso quer dizer que, quando o minerador encontrar o valor de *hash* correto, ele cria um novo bloco, com as transações mais recentes, e adiciona-o à cadeia. Ademais, como cada bloco contém o valor de *hash* do bloco anterior (figura 2), isso significa que, se um sujeito tentar alterar um bloco existente, ele terá que recalcular o valor de *hash* para todos os blocos subsequentes, o que exigiria um esforço computacional enorme. E é esse padrão que torna a *blockchain* resistente a ataques, porque faz com que qualquer tentativa de alteração seja detectada rapidamente pelos outros mineradores da rede (NAKAMOTO, 2022, p.3)

²¹ Um bit é a menor unidade de informação na informática e computação. Ele é representado por um único valor, que pode ser 0 ou 1, indicando "ligado" ou "desligado", "verdadeiro" ou "falso", ou "sim" ou "não". Os bits são usados para indicar a presença ou ausência de corrente elétrica. Hoje em dia, os bits são usados para medir a velocidade das conexões e a transferência de dados, mas anteriormente também eram usados como a unidade básica de armazenamento. Mais informações em: <<https://conceito.de/bit>>. (SOUZA, 2023).

²² De acordo com definição do Google, "SHA-256 é o algoritmo de hash seguro de 256 bits usado para proteção criptográfica. Os algoritmos de hash criptográficos produzem hashes irreversíveis e exclusivos. Quanto maior for o número de hashes, menor será a chance de dois valores criarem o mesmo hash".. Fonte:<<https://support.google.com/google-ads/answer/9004655?hl=pt-BR>>. (GOOGLE, 2023)

Ademais, para melhor elucidar o conceito pontua-se que uma função Hash, também chamada de algoritmo de resumo, é uma técnica que permite mapear dados grandes e de tamanho variável para dados menores e de tamanho fixo. Essa transformação é útil porque simplifica a representação dos dados, tornando-os mais gerenciáveis e eficientes em termos de armazenamento e processamento. As funções Hash são amplamente conhecidas por sua capacidade de resumir ou condensar informações, fornecendo uma representação compacta dos dados originais.Mais detalhes sobre hash em:< <https://www.techtudo.com.br/noticias/2012/07/o-que-e-hash.ghtml>>. (PISA 2023)

Por fim, CPU significa unidade central de processamento. Mais informações em: <https://www.techtudo.com.br/dicas-e-tutoriais/2023/03/o-que-e-cpu-para-que-serve-e-qual-a-importancia-no-seu-pc-ou-notebook-edinfoeletro.ghtml>. (TECHTUDO, 2023).

Sobre a dinâmica das *blockchains* que usam o mecanismo de *proof of work* (prova de trabalho), resume-se que a validação se dá por meio de consenso, ou seja, se um usuário registra uma informação que mais de 50% da rede considera como falsa, a transação será descartada (FAYE, 2017, p. 1). E, além disso, para se alterar um bloco já adicionado, é necessário refazer os cálculos dos hashes de todos os blocos posteriores, uma vez que cada *hash* depende das informações de seu respectivo bloco e do hash do bloco anterior. Sendo assim, esse sistema de *blockchain* não é absolutamente seguro, porém ataques são probabilisticamente impraticáveis.

Já no algoritmo de consenso “*proof of stake*”, o bloco não é minerado, mas sim forjado (*forged*) (FREIRE, 2021, p. 44). Isso porque, esse mecanismo possui lógica diversa ao PoW, na medida em que sua validação de blocos independe da resolução de problemas matemáticos. Em vez disso, no PoS os usuários são chamados de validadores e são escolhidos com base na quantidade de criptomoedas que possuem para criarem novos blocos. Ou seja, parte-se do raciocínio de que as pessoas com mais moedas teriam menos probabilidade de atacar a rede, assim quanto mais moedas apostadas um validador tiver, maior a probabilidade dele ser selecionado para criar um novo bloco (ZHENG, Z, et al. 2017, p. 5).

Entretanto, é necessário pontuar que existem críticas para ambos os mecanismos. O PoW é descredibilizado pois gasta muita energia com o processo de mineração, por outro lado, o PoS tem uma “pseudo-seleção” chamada “injusta”, porque é baseada no saldo da conta, fazendo com que os mais ricos tenham que manter um papel dominante na rede (ZHENG, Z, et al.2017, p. 5). Diante disso, existem e estão sendo criadas novas alternativas para aumentar os critérios de seleção no PoS, como por exemplo utilizar randomização, considerar a idade da moeda, dentre outros.

A seleção baseada no saldo da conta é bastante injusta porque a pessoa mais rica é obrigada a ser dominante na rede. Como resultado, muitas soluções são propostas com a combinação do tamanho da participação para decidir qual vai forjar o próximo bloco. Em particular, Blackcoin [26] usa a randomização para prever o próximo gerador. Usa uma fórmula que procura o valor hash mais baixo em combinação com o tamanho da participação. Peercoin [21] favorece a seleção com base na idade da moeda. Em Peercoin, conjuntos mais antigos e maiores de moedas têm

uma probabilidade maior de minerar o próximo bloco. Comparado com PoW, PoS economiza mais energia e é mais eficaz. Infelizmente, como o custo de mineração é quase zero, os ataques podem vir como consequência. Muitas blockchains adotam PoW no início e mudam gradualmente para PoS. Por exemplo, Ethereum planeja mudar de Ethash (um tipo de PoW) [27] para Casper (um tipo de PoS) [28]. (ZHENG, Z, et al. 2017, p. 5).

Desse modo, é perceptível que a dinâmica da tecnologia *blockchain* varia de acordo com algoritmos de consenso que nela são aplicados. Logo, considerando que no presente trabalho de conclusão de curso foram observados apenas os dois principais mecanismos, acrescentasse um esquema que contém outros 4 exemplos, PBFT (*Practical byzantine fault tolerance*), DPOS (*Delegated proof of stake*), Ripple e Tendermint, como segue:

Tabela 1 - Comparação entre os algoritmos de consenso, dentre eles os 2 principais, *Proof of Work (PoW)* e *Proof of Stake (PoS)*.

TABLE II: Typical Consensus Algorithms Comparison

Property	PoW	PoS	PBFT	DPOS	Ripple	Tendermint
Node identity management	open	open	permissioned	open	open	permissioned
Energy saving	no	partial	yes	partial	yes	yes
Tolerated power of adversary	< 25% computing power	< 51% stake	< 33.3% faulty replicas	< 51% validators	< 20% faulty nodes in UNL	< 33.3% byzantine voting power
Example	Bitcoin [2]	Peercoin [21]	Hyperledger Fabric [18]	Bitshares [22]	Ripple [23]	Tendermint [24]

Fonte: https://www.researchgate.net/publication/318131748_An_Overview_of_Blockchain_Technology_Architecture_Consensus_and_Future_Trends.

Ademais, vale destacar que existem categorias de *blockchain*, isto é, o bloco pode ser formatado de maneira pública, privada ou híbrida (consórcio), assim, é preciso ter em mente que cada uma das categorias contém suas particularidades e aplicações específicas (OLIVEIRA, et al, 2021, p.5).

No que tange a categoria pública, ela possui essa denominação por ser uma rede aberta, ou seja, qualquer pessoa pode participar, criar e validar blocos, bem como acessar todas as transações registradas na rede, temos como exemplo de aplicação prática a criptomoeda Bitcoin. Essa categoria tem como principais características a descentralização e a transparência, pois todos os nós da rede têm acesso às mesmas informações, sem a necessidade de confiar em uma autoridade central.

Entretanto, como principais desvantagens dessa categoria está a lentidão do serviço, devido ao número de usuários, e maior possibilidade de invasão de hackers. (OLIVEIRA, D. S. et al, 2021, p.9).

Já na categoria privada, a rede é fechada e controlada por uma organização ou grupo de organizações. Somente as partes autorizadas têm acesso à rede e podem criar e validar blocos. Isso quer dizer que as transações registradas nessa rede não são públicas, como exemplo de *blockchain* privado podemos citar o Hyperledger Fabric²³ (ZHENG, Z, et al.2017, p. 5). Logo, essa segunda categoria tem como principais características a centralização e a privacidade, pois as partes envolvidas possuem controle total sobre a rede e suas transações (OLIVEIRA, et al, 2021, p.10).

Portanto, a principal diferença entre as categorias públicas e privadas está na governança, transparência e controle da rede. A categoria pública é governada por seus usuários e é totalmente transparente, enquanto a categoria privada é governada por uma organização e tem maior controle sobre a privacidade das transações. Já a categoria híbrida, também chamada de *blockchain* de consórcio, detém recursos de *Blockchain* público e privado. Observa-se, que essa última classificação surgiu diante da particularidade de casos que priorizavam manter algum poder de controle sobre a rede sem abrir mão da transparência, descentralização e facilidade dispostas na *Blockchain* pública (OLIVEIRA, et al, 2021, p.10). A tabela abaixo compara esses três possíveis formatações:

²³ “O Hyperledger Fabric foi projetado como uma base flexível para o desenvolvimento de aplicativos e soluções que requerem uma arquitetura modular. Sua estrutura permite que diferentes componentes, como serviços de consenso e de associação, sejam facilmente integrados e trocados conforme necessário. Essa abordagem modular e versátil do Hyperledger Fabric é capaz de atender a uma ampla variedade de casos de uso da indústria. Além disso, o Hyperledger Fabric oferece uma solução única para o processo de consenso, garantindo um desempenho escalável ao mesmo tempo que mantém a privacidade dos participantes envolvidos, sendo essa sua característica mais importante”. (HYPERLEDGER FOUNDATION, 2023). Mais informações disponíveis em: <https://www.hyperledger.org/use/fabric>

Tabela 2- Comparação entre as 3 possíveis formatações de um bloco.

TABLE I: Comparisons among *public blockchain*, *consortium blockchain* and *private blockchain*

Property	Public blockchain	Consortium blockchain	Private blockchain
Consensus determination	All miners	Selected set of nodes	One organization
Read permission	Public	Could be public or restricted	Could be public or restricted
Immutability	Nearly impossible to tamper	Could be tampered	Could be tampered
Efficiency	Low	High	High
Centralized	No	Partial	Yes
Consensus process	Permissionless	Permissioned	Permissioned

Fonte: https://www.researchgate.net/publication/318131748_An_Overview_of_Blockchain_Technology_Architecture_Consensus_and_Future_Trends.

Considerando todo o conteúdo acima exposto, fica claro que a compreensão da arquitetura da tecnologia *blockchain* é essencial não só para entender seu funcionamento, mas também para identificar possíveis aplicações em diversos contextos. Embora seja inegável que a *blockchain* tenha um potencial disruptivo, inovador e revolucionário, é importante ressaltar que ainda há um longo caminho de desenvolvimento a ser percorrido pelos estudiosos a fim de que se possa compreender plenamente a grandiosidade dessa tecnologia na prática.

2.4 LEGISLAÇÃO BRASILEIRA QUE TRATA DA REGULAMENTAÇÃO DO SISTEMA BLOCKCHAIN

Como visto, um dos pontos principais da tecnologia *blockchain* é a sua característica descentralizada, pois seu controle é feito pelo consenso das partes (NAKAMOTO, 2022, p.4) e não por uma entidade específica. Apesar disso, de acordo com a Câmara dos Deputados (2022), existe a Lei 14.478/22 que tenta regular o mercado das criptomoedas, impondo diretrizes para a regulamentação da prestação de

serviços de ativos virtuais²⁴ e adicionando um novo tipo de estelionato ao Código Penal Brasileiro.

Assim, primeiramente cabe pontuar que essa legislação busca provocar uma maior transparência nas empresas que atuam nesse ramo, garantindo, por conseguinte, mais proteção aos investidores e consumidores (CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2022). De acordo com a Lei 14.478/22, as empresas que trabalham com criptomoedas devem se adequar a algumas exigências e, conforme artigo Art. 8º²⁵, as instituições autorizadas a funcionar pelo Banco Central do Brasil poderão prestar exclusivamente o serviço de ativos virtuais ou cumulá-lo com outras atividades, somente na forma de uma regulamentação que ainda será editada (por um órgão ou entidade da Administração Pública federal indicada em ato do Poder Executivo federal).

Na prática, essas medidas regulatórias são vistas como fundamentais para coibir crimes como lavagem de dinheiro e o crime organizado (SENADO FEDERAL, 2022). Por isso, a Lei 14.478/22 conta com sete diretrizes em seu artigo 4º com o objetivo de balizar os princípios e limites do setor. Dentre eles, o inciso II²⁶ e o inciso VII²⁷ ganham destaque. O primeiro relaciona a prestação de serviço de ativos virtuais aos

²⁴ Vide Lei 14.478/22, o ativo virtual pode ser definido como: “Art. 3º Para os efeitos desta Lei, considera-se ativo virtual a representação digital de valor que pode ser negociada ou transferida por meios eletrônicos e utilizada para realização de pagamentos ou com propósito de investimento, não incluídos: I - moeda nacional e moedas estrangeiras; II - moeda eletrônica, nos termos da Lei nº 12.865, de 9 de outubro de 2013; III - instrumentos que provejam ao seu titular acesso a produtos ou serviços especificados ou a benefício proveniente desses produtos ou serviços, a exemplo de pontos e recompensas de programas de fidelidade; e IV - representações de ativos cuja emissão, escrituração, negociação ou liquidação esteja prevista em lei ou regulamento, a exemplo de valores mobiliários e de ativos financeiros. Parágrafo único. Competirá a órgão ou entidade da Administração Pública federal definido em ato do Poder Executivo estabelecer quais serão os ativos financeiros regulados, para fins desta Lei”. (BRASIL, 2022) Mais informações em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2022/lei/L14478.htm

²⁵ Art. 8º As instituições autorizadas a funcionar pelo Banco Central do Brasil poderão prestar exclusivamente o serviço de ativos virtuais ou cumulá-lo com outras atividades, na forma da regulamentação a ser editada por órgão ou entidade da Administração Pública federal indicada em ato do Poder Executivo federal. (BRASIL, 2022). Mais informações em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2022/lei/L14478.htm.

²⁶ II - boas práticas de governança, transparência nas operações e abordagem baseada em riscos; (BRASIL, 2022). Mais informações em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2022/lei/L14478.htm.

²⁷ VII - prevenção à lavagem de dinheiro e ao financiamento do terrorismo e da proliferação de armas de destruição em massa, em alinhamento com os padrões internacionais. (BRASIL, 2022). Mais informações em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2022/lei/L14478.htm.

padrões internacionais, como uma possível adequação ao Acordo de Paris, que é um exemplo de padrão internacional. Por sua vez, o inciso VII estabelece princípios de boas práticas de governança, que pode ser expandido para a defesa da transparência nas operações de carbono, tema que será abordado no próximo capítulo.

Em suma, a Lei 14.478/22, que regulamenta o setor de criptomoedas no Brasil é polêmica justamente por levantar o debate acerca da característica descentralizada do sistema *blockchain*, isto é, ela tenta regular o que foi criado para não ser regulado. Nesse sentido, se observado as premissas da tecnologia, o Estado é apenas um membro da cadeia de blocos:

Ao Estado só resta um papel de usuário da cadeia de blocos, pois as regulações nacionais apenas adicionam restrições geradoras de desigualdade entre os usuários tendo por base o local em que residem ou se encontram, que não coincide com o sítio virtual dos negócios implementados pelas partes. É o que se observa em relação às criptomoedas, que são viabilizadas pela tecnologia subjacente da cadeia de blocos.

O desenvolvimento criptográfico constante, que ocorre pelo próprio uso, como se observa na cadeia de blocos, dá pistas de como essa inovação pode ser útil na execução e controle administrativo de Políticas Públicas, sobretudo em países em desenvolvimento. Os contratos inteligentes podem ser ferramenta para aumento da organização, gestão e transparência das ações governamentais, com conseqüente aumento da normatividade constitucional, mas isso depende da implementação de uma norma internacional disciplinadora de certos aspectos pragmáticos que cercam a *blockchain* (SIMEÃO; VARELLA, 2018, p.3).

Diante o exposto, nota-se que a legislação tem sido vista como um progresso pelo legislativo brasileiro, porque é considerada um avanço para a segurança e desenvolvimento do mercado das criptomoedas no país. Porém, para além desse benefício legislativo, deve ser levado em consideração que a tecnologia *blockchain* tem potencial de atuar como mecanismo/ferramenta de governança, tanto para o Estado quanto para o setor privado. Portanto, o caminho regulatório da tecnologia ganha espaço no campo das normas internacionais disciplinadoras, em especial das *soft laws*, tema trabalhado no tópico seguinte.

3. AS TECNOLOGIAS E CREDIBILIDADE DO MERCADO DE CARBONO: A RASTREABILIDADE E GERENCIAMENTO DOS PROJETOS DE CARBONO.

3.1 GREENTECHS E LAWTECHS CLIMÁTICAS

Considerando a complexidade e magnitude do regime internacional das mudanças climáticas, fica evidente que, para um melhor enfrentamento do quadro climático, é preciso que haja convergência de forças de diversos atores, tanto do setor público quanto do setor privado. Nesse sentido, diante dos variados problemas constatados pelo IPCC (IPCC, 2022), que vão desde o âmbito regional até o global, bem como considerando os desafios de gestão dessas problemáticas, o campo para criação de soluções inovadoras vem ganhando espaço como nunca.

Assim sendo, a atuação de *Startups*²⁸ e empresas no segmento climático, em especial aquelas que fazem uso da tecnologia para impulsionar seus resultados, demonstram ser um auxílio importante na luta por sustentabilidade planetária, que guarda conexão com o mercado voluntário de crédito de carbono, como melhor será explicado.

Logo, em primeiro lugar cita-se que *LawTechs*²⁹ (também chamada de LegalTechs) são empresas ou *Startups* que fazem uso da tecnologia e da inovação para melhorar demandas ligadas à prática jurídica (MOURA; SOUZA, 2022, p. 14). Já as *GreenTechs*³⁰ são uma combinação entre a ciência ambiental e soluções inovadoras.

²⁸ *Startup* é uma palavra em inglês e pode ser compreendida como uma empresa em estágio inicial, que possui um modelo de negócio repetível e escalável, que trabalha em contexto de risco. As startups objetivam atender às demandas do mercado criando novos e inovadores produtos ou serviços. Nesse sentido, de acordo com Emma McGowan a definição de startup é ampla, porém independentemente das variantes é preciso ter em mente que “uma startup é uma empresa que está tentando fazer algo novo ou inovador”. (MCGOWAN, 2022). Mais informações em: <https://www.startups.com/library/expert-advice/what-is-a-startup-company>

²⁹ *LawTech* é uma combinação de palavras em inglês, “ Law (significa Direito ou Jurídico) e Tech (significa Tecnologia), “ou seja, a combinação de tecnologia e Direito” (MOURA; SOUZA, 2022, p.4). Portanto, pode ser compreendida como uma empresa tecnológica que busca o aprimoramento de tarefas desempenhadas em diferentes setores do campo jurídico (MOURA; SOUZA, 2022, p.2).

³⁰ *GreenTech* é uma palavra em inglês que, a grosso modo, pode ser traduzida como “tecnologia verde”. As greentechs correspondem a combinação de tecnologias ambientais e soluções inovadoras que visam auxiliar o mercado a ser tornar mais “verde” (sustentável). Mais informações em:

Nesse sentido, a atuação de uma empresa “green” está ligada à prevenção de futuros danos climáticos, gestão dos danos já existentes e eliminação das fontes causadoras dos referidos danos (Future Processing, 2021).

Somando esse entendimento, de acordo com Charbel Jabbour (2010), o sentido do termo de “tecnologia verde” também pode ser compreendido como a criação de hardwares ou softwares vinculados a “produtos e processos verdes” (JABBOUR, 2010), que buscam, por exemplo, prevenir a poluição, mensurar dados relevantes, reduzir consumo de energia, efetuar a gestão de externalidades negativas e impactos ambientais.

Fragmentada em várias áreas, as *GreenTechs* são excelentes ferramentas de enfrentamento à crise climática (Future Processing, 2021), portanto, considerando que na atualidade existem áreas jurídicas focadas no ramo do Direito Ambiental e na litigância climática, é possível vislumbrar uma conexão entre as *LawTechs* e *GreenTechs*. Por conseguinte, tal cenário implica na interdisciplinaridade dos profissionais que atuam nesse meio e, em especial, aqueles conectados com o regime internacional das mudanças climáticas - que buscam se adequar às *soft laws* por ele produzidas.

Diante do exposto, considerando o contexto do mercado voluntário de crédito de carbono, observa-se que o desenvolvimento de *GreenTechs*, principalmente aquelas ligadas a gestão de externalidades negativas de GEE, podem auxiliar *Startups* e empresas que buscam de forma voluntária controlar e compensar suas emissões.

Outrossim, as *LawTechs* ganham espaço nesse cenário, pois boa parte das diretrizes de regulamentação do próprio mercado de carbono (voluntário e involuntário) tem origem em instrumentos legais, como tratados e convenções internacionais. Deste modo, as *LawTechs* podem esclarecer quais são as diretrizes que as *GreenTechs* devem seguir em cada caso, bem como fazer o uso dos produtos e serviços “*greens*” para eventual defesa de clientes, gestão de contratos e elaboração de relatórios.

3.2 ESG: GOVERNANÇA CORPORATIVA CLIMÁTICA.

É cada vez mais evidente que as mudanças climáticas colocam à prova a capacidade humana de viver no planeta (GALINDO, et al, 2023, p. 9). Nesse contexto, observa-se que a evolução da crise climática, acompanhada de uma maior conscientização internacional acerca dela, influenciou o desenvolvimento de questionamentos críticos sobre quais são as responsabilidades, ambientais e sociais, das empresas no sistema capitalista contemporâneo (GALINDO, et al, 2023, p.13).

Somado a isso, com a formulação do inovador conceito de desenvolvimento sustentável, responsável por fornecer ideologias de bases para a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento - que acarretou na Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (em 1992) - bem como, por meio da proposta do modelo de sustentabilidade corporativa de John Elkington, tais indagações sobre as referidas responsabilidades se tornaram ainda maiores (GALINDO, et al, 2023, p. 17/18).

No que tange o modelo de sustentabilidade corporativa, também conhecido como *Triple Bottom Line* (3BL), essa proposta teórica surge como uma crítica ao progresso “predatório” humano, que é fruto da modernidade. Assim, tal posicionamento crítico pode ser plenamente visualizado no sarcasmo do autor ao questionar se “é um progresso um canibal usar um garfo?” (GALINDO, et al, 2023, p.17), quer dizer, se pode ser considerado um avanço o crescimento econômico dos humanos que acarreta na destruição do planeta, no qual eles fazem parte.

Nessa perspectiva, de acordo com o modelo de John Elkington, as companhias e empresas devem assumir responsabilidades para além de questões no âmbito financeiro, isto é, elas também precisam englobar as esferas sociais e ambientais em suas ações. Por conseguinte, a abordagem de gestão empresarial da sustentabilidade corporativa delimita que deve haver um equilíbrio entre três pilares (3Ps), sendo eles: *People* (pessoas), *Planet* (Planeta) e *Profit* (Lucro) (GALINDO, et al, 2023, p.17).

Diante disso, cabe ressaltar que apesar do modelo *Triple Bottom Line* não ter tido, de início, uma aplicação fora do campo contável, ele influenciou a criação de mecanismo de transparência (Global Reporting Initiative e Dow Jones Sustainability Index) e na forma como as empresas divulgavam seus impactos ambientais e sociais na época (GALINDO, et al, 2023, p.17).

No ano de 2004, a Organização das Nações Unidas (ONU) publicou dois instrumentos importantes para o fortalecimento da cultura da sustentabilidade corporativa, o primeiro foi o relatório *The Materiality of Social, Environmental, and Corporate Governance Issues to Equity Pricing*³¹ e o segundo foi o documento com título de *Who Care Wins: Connecting Financial Markets to a Changing World*³², ambos indicando que as pessoas jurídicas podem se beneficiar caso adotem, em suas performances econômicas, práticas mais equilibradas. Com efeito, nota-se que houve um movimento de reconciliação entre noções antes tidas como antagônicas. Pois, nessa óptica, a geração de lucros para as empresas e de valor de mercado para os acionistas começaram a transpassar, e em certo ponto depender, pelas responsabilidades ambientais e sociais assumidas pelas instituições privadas (GALINDO, et al, 2023, p.17).

Como resultado de difusão dessas ideias, houve uma maior aderência, pelas instituições privadas, às pautas da sustentabilidade ambiental, responsabilidade social e da governança corporativa (ESG)³³. Todavia, é preciso ter em mente que o ESG não é representa “a evolução da sustentabilidade empresarial, mas sim a própria sustentabilidade empresarial” (REDE BRASIL DO PACTO GLOBAL DA ONU; STILINGUE, 2021, p.3).

³¹ Tradução para o português: A materialidade das questões sociais, ambientais e de governança corporativa para a precificação de ações. (UNEP FI, 2004) Disponível para acesso em: <https://www.unepfi.org/industries/investment/the-materiality-of-social-environmental-and-corporate-governance-issues-to-equity-pricing/>.

³² Tradução para o português: Quem se importa, vence: Conectando os mercados financeiros a um mundo em mudança. (UNEP FI, 2004). Disponível para acesso em: https://www.unepfi.org/fileadmin/events/2004/stocks/who_cares_wins_global_compact_2004.pdf

³³ ESG é uma sigla que corresponde às palavras em inglês Environmental, Social and Governance, no português essas palavras são traduzidas, na literalidade, para Ambiental, Social e Governança. (tradução nossa)

A iminência ESG constitui uma fase de renovação do capitalismo no século XXI (GALINDO, et al, 2023, p.18). Nesse aspecto, o discurso ESG auxilia nessa transformação do capitalismo na medida em que canaliza investimentos para empresas que adotam boas práticas (GALINDO, 2023, p,23), o que acaba por impactar o meio social.

Com isso, principalmente, a partir do reconhecimento de que é preciso expurgar algumas mazelas da modernidade (como o modelo de desenvolvimento sustentado), a responsabilidade corporativa vem se tornado cada vez mais abrangente, abarcando até mesmo problemas de nível global, como é o caso das mudanças climáticas (GALINDO, et al, 2023, p.19).

Assim, apesar da sigla ESG ter surgido no mercado financeiro com o intuito de representar “um conjunto de indicadores e metas ambientais, sociais e de governança” (GALINDO, et al, 2023, p.13), ou seja, de materializar “a visão do mercado de capitais sobre a sustentabilidade” (REDE BRASIL DO PACTO GLOBAL DA ONU; STILINGUE, 2021, p.3), sua implementação não é simples, porque perpassa por uma série de variantes que devem ser consideradas em cada caso concreto.

Sobre os desafios oriundos da estratégia de investimento orientada pelo ESG, analisa-se:

Como se nota, o grande desafio para o crescimento dos investimentos ESG não é precisamente convencer investidores da importância das pautas ambientais e sociais, mas principalmente: a) estabelecer mecanismos de controle e enforcement para reduzir o risco ESG do negócio e b) ao mesmo tempo, alcançar crescimento e lucratividade para proporcionar o retorno esperado do investimento. O primeiro desafio é enfrentado dentro do contexto da integridade corporativa, através de uma aferição responsável dos indicadores ESG, afastando práticas inidôneas de greenwashing. Para isso as empresas precisam comunicar melhor suas ações e apresentar dados de forma mais clara e precisa.

De fato, uma medida crucial para persuadir os investidores a investir em modelos de negócios ESG é a adoção de métricas confiáveis e internacionalmente padronizadas para a divulgação de informações em relatórios de governança, impacto social e sustentabilidade ambiental (cf. Capítulo 5) (GALINDO, et al, 2023, p. 24).

Diante o entendimento acima, é possível averiguar que devido ao fato do mercado ainda não possuir uma taxonomia oficial, ou amplamente padronizada, existem

certas divergências acerca de quais são os parâmetros que devem ser considerados durante a análise de investimentos sob a perspectiva ESG (SILVA; HEEMSTEDE, 2023, p. 60). Por conta disso, há uma crescente demanda pelo desenvolvimento de padrões confiáveis, portanto, reguladores mundo afora têm se debruçado sobre esse estudo e pesquisa (SILVA; HEEMSTEDE, 2023, p. 61). Nesse sentido, quanto maior for o consenso entre as partes envolvidas maior será a confiança do mercado para realizar investimentos em negócios vinculados ao ESG.

Considerando essa problemática, os fundos de investimento que possuem carteiras influenciadas pelos princípios do ESG, na figura de seus gestores e administradores, devem escolher, monitorar e divulgar seus “critérios estritos relacionados à prática ESG de forma objetiva e transparente” (SILVA; HEEMSTEDE, 2023, p. 62).

Com efeito, nota-se que o pilar da governança corporativa ganha um papel central na pacificação dessas divergências acerca das métricas ESG. Pois ao incentivar a divulgação de relatórios transparentes, os fundos de investimentos, empresas e até mesmo os governos conseguem comparar suas definições e critérios avaliativos, de modo que a padronização é incentivada a fim de permitir maior diálogo entre os envolvidos.

Para além desse quadro, outro desafio enfrentado pelas empresas que aderem a pauta ESG se materializa na tratativa da temática junto dos investidores, que precisam ser convencidos de que a internalização de custos adicionais (sociais e ambientais) não irá impactar a lucratividade dos negócios (GALINDO, et al, 2023, p.24). Desta forma, é possível analisar que o lucro ainda desempenha um papel central no capitalismo contemporâneo, ainda mais quando a empresa tem conexão com o mercado financeiro.

O crescente desejo das instituições de atuarem alinhadas aos princípios do ESG vem impactando até mesmo a legislação brasileira, tanto na redação quanto na interpretação dos instrumentos legais. Por exemplo, a Lei 6.404/76, que dispõe sobre as Sociedades por Ações, embora datada de 1976, à luz da teoria institucionalista, forma o entendimento de que a sociedade anônima não deve apenas se preocupar com a própria instituição, mas também com outros

*stakeholders*³⁴ ligados à ela. Tal característica pode ser vislumbrada no artigo 116³⁵ da referida lei, pois é dito que o acionista controlador tem o dever de cumprir com a sua função social. Ou seja, apesar do tempo da Lei (que tem mais de quatro décadas), ela parece compatível quando analisada pelos princípios do ESG (NOGUEIRA; MYANAKI, 2023, p.9).

Ainda nesse sentido, a Lei Federal nº 13.986/2020 (Lei do Agro), viabiliza “inúmeras outras estruturas sustentáveis e inovadoras, do ponto de vista jurídico, financeiro e ambiental” (LESSA; et al, 2023, p. 11). Portanto, dado o crescente desenvolvimento das pautas ESG, cada vez mais exigidas pelos mercados nacional e internacional, o agronegócio, por exemplo, tem incorporado políticas regulatórias claras (LESSA; et al, 2023, p. 12/13). Tal conexão fica ainda mais evidente quando analisado que o setor do agronegócio, no ano de 2020 (em pleno auge da pandemia da Covid 19), foi o mais familiarizado com a sigla ESG (REDE BRASIL DO PACTO GLOBAL DA ONU; STILINGUE, 2021, p.26).

Em relação a pauta ambiental, de acordo com o estudo formulado pela Rede Brasil do Pacto Global da ONU em parceria com a Stilingue, analisa-se que dentre as ações mais aplicadas pelo setor do agronegócio, no campo da sustentabilidade, está o controle da diminuição de gases do efeito estufa:

³⁴ Conforme a definição do Project Manager: “Um stakeholder é um indivíduo, grupo ou organização que é impactado pelo resultado de um projeto ou empreendimento comercial. Os stakeholders têm interesse no sucesso do projeto e podem estar dentro ou fora da organização que patrocina o projeto. Os stakeholders são importantes porque podem ter uma influência positiva ou negativa no projeto com suas decisões. Existem também stakeholders críticos ou chave, cujo apoio é necessário para a existência do projeto” (LANDAU, 2022).

Ademais, os Stakeholders podem ser divididos em internos e externos: “Stakeholders internos estão dentro da organização. O projeto os impacta diretamente, pois eles prestam serviços e são empregados pela organização que o gerencia. Os stakeholders internos podem incluir funcionários, proprietários, conselho de administração, gerentes de projeto, investidores e outros. Já os Stakeholders externos estão fora da organização e são impactados indiretamente pelo projeto. Eles são influenciados pelo trabalho da organização, mas não são funcionários da mesma. Essas pessoas podem ser fornecedores, clientes, credores, intermediários, concorrentes, sociedade, governo e outros”. Mais informações em: <https://www.projectmanager.com/blog/what-is-a-stakeholder>. (LANDAU, 2022).

³⁵ Art. 116. Entende-se por acionista controlador a pessoa, natural ou jurídica, ou o grupo de pessoas vinculadas por acordo de voto, ou sob controle comum, que: Parágrafo único. O acionista controlador deve usar o poder com o fim de fazer a companhia realizar o seu objeto e cumprir sua função social, e tem deveres e responsabilidades para com os demais acionistas da empresa, os que nela trabalham e para com a comunidade em que atua, cujos direitos e interesses deve lealmente respeitar e atender. (BRASIL, 1976). Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6404consol.htm.

Refletindo este cenário, do ponto de vista ambiental, as ações mais aplicadas por estas empresas atualmente foram reciclagem e reaproveitamento de resíduos (22%), proteção e cuidado com o solo (19%) e diminuição de emissão de gases do efeito estufa (17%) (REDE BRASIL DO PACTO GLOBAL DA ONU; STILINGUE, 2021, p. 26).

Assim sendo, considerando que uma das maiores demandas da atualidade é efetuar a redução das emissões de gases que corroboram com o aquecimento global, o setor do agronegócio enviesado pelos princípios do ESG está no “momento de enxergar e explorar oportunidades” (LESSA; et al, 2023, p. 13), principalmente no que tange os novos mercados de financiamento para recuperação de áreas degradadas (LESSA; et al, 2023, p. 13).

Outro exemplo de adequação legal aos princípios do ESG, no ordenamento brasileiro, pode ser vislumbrado por meio da Lei Geral de Proteção de Dados (Lei nº 13.709/2018) - conhecida pela sigla LGPD. Isso pois “pensar em proteção de dados é pensar nos impactos sociais causados pela atividade empresarial” (CUNTO, 2023, p. 14). Portanto, a LGPD surge como uma ferramenta para atender as demandas sociais vinculadas à privacidade e à proteção de dados pessoais. Nesse sentido, os princípios da lei 13.709/2018 - dentre eles a transparência, segurança, prevenção e responsabilizações - conectam a LGPD com as preocupações impostas pelo ESG nas empresas brasileiras (CUNTO, 2023, p. 15).

Como oportunamente dito, a governança corporativa é um dos pilares centrais para a pacificação das divergências acerca das métricas utilizadas a fim de avaliar modelos de negócio ESG, pois estimula, através da transparência, que os atores padronizem seus critérios de mensuração, a fim de melhor dialogarem com o mercado e com os investidores.

Assim sendo, tendo em mente que o regime internacional das mudanças climáticas alerta para a necessidade de enfrentamento à crise climática, bem com considerando que “a governança é um mecanismo jurídico-político-econômico necessário para o enfrentamento dos desafios comuns oriundos da globalização” (RIANI, 2022, p.29), emerge para o debate a viabilidade de se estruturar uma governança corporativa climática, capaz de gerir e auxiliar atores na gestão dos problemas ambientais frutos da modernidade.

O desenvolvimento da governança corporativa climática guarda relação com o entendimento do conceito de governança global, que pode ser caracterizada da seguinte forma:

As características da governança global demonstram um mecanismo dinâmico de visão sistêmica. Diante de um problema, é necessária para sua solução ou, dependendo da situação, para seu enfrentamento. Assim, a governança global permite a construção de soluções adequadas para a resolução de conflitos comuns globais com eficácia e eficiência. No âmbito ambiental internacional, a governança ambiental global é um campo que inclui instituições, processos, iniciativas, atores e organizações que moldam as ações e os resultados ambientais na esfera global (GONÇALVES, 2014).

Diante disso, levando em conta que o artigo 2º do acordo de Paris determina que a humanidade precisa se esforçar para limitar o aumento da temperatura média global até 1,5°C (e no pior dos casos, abaixo de 2°C), além de tornar os fluxos financeiros compatíveis com uma trajetória rumo a um desenvolvimento de baixa emissão de gases de efeito estufa (GEE) e resiliente à mudança do clima (BRASIL, Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, 2022, p.8), nota-se essas aspirações de nível sistêmico condizem com a ideia de uma governança global que estimula soluções inovadoras para o enfrentamento do aquecimento global e seus efeitos.

Portanto, tendo esclarecido tais premissas, conclui-se que a sustentabilidade empresarial, materializada pelas pautas da sustentabilidade ambiental, responsabilidade social e da governança corporativa (ESG), demonstra ser uma aplicação prática de um mecanismo ligado à própria governança corporativa climática. Porque por meio do ESG companhias que aderem ao controle de emissão de GEE, isto é, que internalizam suas externalidades negativas, são beneficiadas perante o mercado financeiro. E, ao mesmo tempo, esse quadro também acaba por favorecer uma série de *stakeholders*, inclusive a sociedade e o meio ambiente - *stakeholders* externos ligados às empresas.

Logo, o desafio de padronização de métricas confiáveis e universais, ligadas aos relatórios de transparência de empresas norteadas pelos princípios do ESG, são também uma problemática para a governança corporativa climática. Por isso, sendo

o mercado voluntário de crédito carbono uma ferramenta de controle de emissões do setor privado, que pode ser utilizada para demonstrar a eficácia e efetividade da aderência de uma empresa ao “E” do ESG, ele também precisa dessa universalidade/consenso para atuar como um bom índice de sustentabilidade.

3.3 A TECNOLOGIA BLOCKCHAIN COMO MECANISMO DE PROMOÇÃO DA EFETIVIDADE DAS METAS CLIMÁTICAS NO MERCADO DE CARBONO

O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) emitiu o relatório síntese do ano de 2023, trazendo à tona alguns lembretes, e também novidades, relevantes acerca da crise. Por meio dele, o IPCC (2023) denunciou que os desastres naturais, relacionados ao clima, vêm atingindo com maior intensidade as pessoas em estado de vulnerabilidade social, ou seja, são os mais pobres que têm “pagado a conta” do desequilíbrio climático. Além disso, o relatório reporta que os manguezais, as áreas costeiras e as áreas semidesérticas estão sob maior ameaça de perigo, de modo que as comunidades que vivem nesses ecossistemas também estão especialmente ameaçadas. Outrossim, o IPCC (2023) alerta que o aumento da temperatura média contribui com o risco de crescimento da insegurança alimentar e hídrica, já observada ao redor do mundo, em especial nas regiões mais carentes economicamente (NAÇÕES UNIDAS BRASIL, 2023).

No que tange os índices de aumento da temperatura, o Acordo de Paris firma o marco de que é preciso limitar o aumento da média global até 1,5°C acima dos níveis pré-industriais (BRASIL, Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, 2022, p. 8). Entretanto, conforme consta no relatório síntese sobre mudança climática do ano de 2023, “a temperatura média mundial já subiu 1,1 grau Celsius acima dos níveis pré-industriais” (NAÇÕES UNIDAS BRASIL, 2023), ou seja, se esse ritmo continuar, falta pouco para a humanidade atingir o limite previsto pelo instrumento parisiense.

Assim, diz o relatório IPCC (2023) sobre as mudanças observadas:

As atividades humanas, principalmente por meio das emissões de gases de efeito estufa, têm inequivocamente causado o aquecimento global, com a temperatura média global da superfície atingindo 1,1°C acima dos níveis de 1850-1900 no período de 2011 a 2020. As emissões globais de gases de efeito estufa continuaram a aumentar no período de 2010 a 2019, com contribuições históricas, contínuas e desiguais decorrentes do uso insustentável de energia, uso da terra e mudanças no uso da terra, estilos de vida e padrões de consumo e produção em diferentes regiões, entre e dentro de países, e entre indivíduos (alta confiança). A mudança climática causada pelo ser humano já está afetando muitos extremos climáticos e condições meteorológicas em todas as regiões do globo. Isso tem levado a amplos impactos negativos na segurança alimentar e hídrica, na saúde humana, nas economias e na sociedade, e a perdas e danos relacionados à natureza e às pessoas (alta confiança). Comunidades vulneráveis que historicamente contribuíram menos para a atual mudança climática são desproporcionalmente afetadas (alta confiança). (IPCC, 2023, p.6)

Considerando esse cenário, tendo em vista que as emissões de gases de efeito estufa - provocada pela ação humana - tem causado o aquecimento global, bem como, que a meta do Acordo de Paris é manter o aumento de temperatura em 1,5°C, a Organização das Nações Unidas (2023) se posiciona no sentido de que as emissões precisam cair imediatamente. Mais que isso, se a humanidade realmente aspira atingir a referida meta até 2030, a previsão é de que as emissões têm que ser cortadas quase pela metade (NAÇÕES UNIDAS BRASIL, 2023).

Diante dessa problemática, o mercado de carbono, em especial o voluntário, pode contribuir com o redirecionamento da economia para um modelo de descarbonização. Nesse sentido, é importante frisar que “o crédito de carbono não é uma licença para poluir” (DENNY, 2023). Pelo contrário, a precificação do carbono faz com que os agentes internalizem os custos de suas emissões de GEE (Future Carbon Group, 2022, p.6), beneficiando, ainda, aqueles que já são “carbono neutro”, o que conseqüentemente estimula a prática para o setor privado.

Entretanto, tendo em mente que o artigo 6° do Acordo de Paris não criou “um mercado de carbono mundial centralizado, uma grande bolsa que vai concentrar as transações de créditos negociados pelas empresas” (Future Carbon Group, 2022, p.19), nota-se que o mercado voluntário enfrenta constantemente o desafio de pensar em como conectar os mais diversos atores que perpassam por ele.

Somando o entendimento acima, o instrumento do artigo 6° do Acordo de Paris não pretende garantir as demandas de crédito de carbono. Trata-se, na verdade, de um mecanismo alternativo a fim de auxiliar os países a atingirem suas metas climáticas. Portanto, as demandas pelos créditos devem ser uma provocação que parte do governo (através de políticas e regulamentações) e do setor privado (por exigências dos investidores e consumidores) (TRENNEPOLH, 2022, p.178).

Nesse contexto, é preciso estabelecer regras claras para o comércio de carbono, a fim de coibir problemas como “fraude fiscal, reciclagem de créditos, ataques cibernéticos, dupla contagem” (TRENNEPOLH, 2022, p.178). Logo, com o objetivo de propiciar uma operação mais eficiente do referido mercado, a harmonização, entre as políticas de atuação e regulamentos, demonstra ser um caminho que deve ser considerado como norte (TRENNEPOLH, 2022, p.178).

Essas preocupações ganham ainda mais relevância quando analisada a magnitude econômica do mercado de carbono, em especial sua projeção no Brasil, como se observa:

Com o aumento recente dos compromissos Net Zero da iniciativa privada, houve uma grande procura por créditos de carbono no mercado voluntário nos últimos anos. No ano passado, esse mercado movimentou US\$ 2 bilhões e a projeção da consultoria McKinsey é de alcançar US\$ 50 bilhões em 2030. O Brasil, segundo a consultoria, possui 15% do potencial global de geração de créditos por soluções naturais ou 1,9 bilhão de toneladas de CO₂ – não à toa é chamado de Arábia Saudita dos créditos de carbono. A estimativa é que 78% dessa geração virá de projetos ligados à restauração florestal, 11% de preservação da cobertura florestal, 9% de agricultura e 2% de energia proveniente do processamento de resíduos (LIMA, 2023).

Pelos dados apresentados, observa-se o potencial econômico e de mercado de carbono no Brasil. Assim sendo, tendo em vista que a tecnologia *blockchain* permite um consenso distribuído no mundo digital (CROSBY, et al, 2015, p. 3) e que desde a criação da Web3³⁶ são construídas aplicações com *blockchain*, a hipótese de

³⁶ Web3 refere-se a uma proposta de Internet descentralizada e aberta, baseada na tecnologia *blockchain*. Esta ideia, formulada pela primeira vez por Gavin Wood, co-fundador do Ethereum, em 2014, tem como objetivo principal criar uma versão da Internet que reduza a predominância de grandes entidades centralizadas e devolva o controle aos usuários. Ela se preocupa em resolver questões relativas à posse de ativos, tanto digitais quanto físicos. Mais informações em: <https://productcoalition.com/web3-versus-web-3-0-the-basic-concepts-and-differences-e25f7f05ca33> (LEEWAY, 2022).

tokenização dos créditos de carbono demonstra ser de uma solução promissora ao mercado (LIMA, 2023).

Ora, a tokenização, ou seja, a digitalização dos registros em redes *blockchain*, promove a democratização do acesso ao mercado voluntário, pois permite a divisão segura e transparente dos ativos, o que conseqüentemente resulta no aumento do engajamento dos participantes. Além disso, considerando que “a obrigação de buscar a verdade é requisito de uma democracia constitucional” (FREIRE JÚNIOR, 2022, p. 8), uma vez que a transparência e a confiabilidade das informações são fundamentais para o funcionamento adequado do sistema democrático, a tecnologia *blockchain* pode desempenhar um papel significativo ao fornecer uma infraestrutura tecnológica que garante a imutabilidade (registro correto) (CROSBY et al, 2015, p. 1) e, conseqüentemente, transparência nas transações e informações da *blockchain*, o que contribui para a averiguação da veracidade de informações diante de eventuais problemáticas.

Portanto, é importante destacar que essa tecnologia traz benefícios significativos para o mercado voluntário por meio da tokenização dos créditos de carbono. Dentre as vantagens vislumbradas, cita-se: a melhoria na liquidez dos ativos, a garantia de rastreabilidade segura, a possibilidade de divisão dos créditos em frações menores e a escalabilidade do modelo de negócio (LIMA, 2023).

A título de exemplo do que já está em operação no Brasil, analisa-se que a *fintech* ambiental Moss.Earth, é uma demonstração de como é possível operar no mercado de carbono por meio da tokenização de créditos. Assim, trabalhando com a emissão dos chamados Tokens MCO₂, a proposta da empresa é garantir uma maior rastreabilidade e segurança nas transações ao programar o ativo digital em *blockchain* (MOSS, 2020, p. 3/4). Isso pois dados os elementos e a dinâmica da referida tecnologia, defende-se que “a segurança ou credibilidade oferecida atualmente pelas bolsas de valores existentes não está à altura do nível garantido pela *blockchain* e pelos contratos inteligentes” (MOSS, 2020, p. 11).

Dentre as especificações do MCO₂, crédito de carbono da Moss, observa-se:

O MCO2 ("Moss Carbon Credit") é um token ERC20 baseado em blockchain que representa a propriedade de um crédito de carbono (ou seja, um certificado digital no mercado voluntário que atesta a redução de 1 tonelada de GEE em unidades equivalentes de dióxido de carbono) registrado em um registro reconhecido globalmente. A Commodity Futures Trading Commission ("CFTC") e a Securities and Exchange Commission ("SEC") dos Estados Unidos reconhecem os créditos de carbono como commodities similares a trigo e soja, em vez de instrumentos financeiros, valores mobiliários ou derivativos, porque podem ser entregues por transferência de propriedade e consumidos por meio de aposentadoria ou compensação em conformidade com os termos de programas ambientais obrigatórios ou voluntários. Os tokens MCO2 podem ser livremente transferidos entre endereços de carteira Ethereum e podem ser enviados para um endereço Ethereum especificado pela MOSS para "aposentar" o Token MCO2 (ou seja, torná-lo inutilizável), onde a MOSS aposentará o crédito de carbono correspondente. O detentor do MCO2 consome ou utiliza o token para sua função pretendida, aposentando o crédito de carbono associado para compensar emissões (MOSS,2020, p. 21).

Em outras palavras, o crédito de carbono da MOSS (MCO2) é um token³⁷ ERC-20, *Ethereum Request for Comments 20*, (ETHEREUM, 2023), baseado na *blockchain* da Ethereum, plataforma criada em 2014, com o objetivo de permitir a construção de aplicativos descentralizados (dApps) e contratos inteligentes (FREIRE, 2021, p. 22/23). Portanto, o MCO2 segue os padrões e protocolos da Ethereum, utilizando da infraestrutura e tecnologia dessa *blockchain* para suas transações e funcionalidades.

A onda dos créditos de carbono também está invadindo o universo das instituições financeiras. À exemplo disso, cita-se que um consórcio de nove bancos globais, dentre eles o banco brasileiro Itaú, investiu US\$ 45 milhões, em 2023, na criação do *marketplace* Carbonplace (VIRI, 2023). Nesse sentido, o objetivo proposto pelas instituições financeiras comprometidas com o projeto é fazer da Carbonplace uma rede global para transações de créditos de carbono (CARBONPLACE, 2023).

Para isso, a tecnologia que está sendo utilizada no registro distributivo é a *blockchain*, pois, na visão da empresa, "permitirá a confiança, transparência e acessibilidade necessárias para abrir o mercado voluntário de carbono para o mundo e acelerar a ação climática global" (CARBONPLACE, 2023). Ou seja,

³⁷ Tokens são unidades de valor criadas por organizações ou projetos em cima de redes de blockchain. Embora sejam compatíveis com as criptomoedas da rede, os tokens pertencem a uma classe de ativos digitais distinta. Assim, "a maior diferença entre os dois é que as criptomoedas têm suas próprias blockchains, enquanto os tokens criptográficos são construídos em uma blockchain existente" (STAFF, 2022). Mais informações em: <https://www.gemini.com/pt-br/cryptopedia/cryptocurrencies-vs-tokens-difference#section-what-is-a-digital-asset>

Carbonplace utiliza *blockchain* para facilitar a transferência segura e transparente de créditos de carbono certificados.

Além disso, seguindo a mesma tendência, o banco BTG comprou uma fatia minoritária da empresa Systemica, fundada em 2012 pelo engenheiro Munir Soares, que atua com o desenvolvimento de projetos de créditos de carbono (VIRI, 2023). Com efeito, a parceria busca ampliar a comercialização de ativos ambientais na plataforma do banco, na medida em que une dois *players* referências em suas respectivas áreas. Portanto, apesar da operação ainda estar sujeita a algumas condições, como a aprovação regulatória do Banco Central do Brasil, é evidente que o mercado financeiro demonstra acreditar no retorno positivo dos investimentos em projetos de redução de emissão de gases efeito estufa (GEE), dado principalmente a projeção econômica feita para o mercado voluntário (BTG PACTUAL 2023).

Como oportunamente dito, a *blockchain* possui diversas aplicações que independem do “universo” cripto (CROSBY, et al, 2015, p .5), portanto para além da criação de novas tendências, que geram uma disrupção no *status quo*, a utilização dessa tecnologia pode auxiliar processos de inovação no “mundo fático”, melhorando produtos e serviços já existentes.

Um exemplo de inovação, é a tentativa da Marfrig de se tornar o primeiro frigorífico brasileiro com gado 100% rastreável. Para isso, a aposta é salvar as informações contidas nos guias de transporte animal (GTAs) dos fornecedores diretos, que são utilizados no controle sanitário, por meio da proteção da tecnologia *blockchain*, de modo que o consumidor final consiga averiguar a qualquer tempo o desenvolvimento da produção, sem que essa informação sofra alterações, dado a característica de consenso distribuído da tecnologia (VIRI, 2023).

Essa tendência de rastreio é promissora e replicável. Na mesma linha de raciocínio, a joalheria Vivara, listada na bolsa de valores, manifestou abertamente que estuda a possibilidade de usar *blockchain*, devido à confiança e consenso distributivo que a tecnologia carrega (ADACHI, 2023). Assim, pressionada pelo mercado interno e pelos investidores, que estão cada vez mais exigentes em relação aos índices de sustentabilidade, a empresa precisa aprimorar a forma como demonstra a

transparência de sua cadeia de ouro (ADACHI, 2023). Não à toa, a tecnologia *blockchain* está sendo considerada como uma forma de solucionar essa questão.

O ESG surgiu no mercado financeiro com o intuito de representar indicadores ligados às pautas ambientais, sociais e de governança (GALINDO, et al, 2023, p.13). Nesse contexto, o índice de sustentabilidade empresarial da B3 (ISE B3) foi criado no Brasil no ano de 2005, se tornando uma importante ferramenta para identificar empresas que apresentam boas práticas (GALINDO, et al, 2023, p.266).

Dentre as características do índice de sustentabilidade empresarial da B3, analisa-se:

O ISE B3 é uma ferramenta utilizada para medir o comprometimento da sustentabilidade corporativa sob a ótica da eficiência econômica, do equilíbrio ambiental, da justiça social e da governança corporativa. Seu explícito objetivo, portanto, é a identificação das corporações que apresentam e aplicam na prática valores como responsabilidade ética e boas práticas em seus processos produtivos para que seja criado um cenário de investimento diferenciado, responsável e compatível com o desenvolvimento sustentável da sociedade. Partindo da premissa de que as práticas ESG contribuem para a perenidade dos negócios, o ISE B3 busca apoiar os investidores na tomada de decisão de investimento e induzir as empresas a adotarem melhores práticas de governança, sustentabilidade e responsabilidade social. Isso significa, em outras palavras, que investidores e gestores, a partir da análise desse índice, são capazes de mapear as empresas com ações listadas na B3 que estão mais adiantadas na agenda do ESG (GALINDO, et al, 2023, p. 266/267).

Nesse contexto, considerando que, idealmente, os modelos de negócios precisam apresentar métricas confiáveis e padronizadas internacionalmente em seus relatórios (GALINDO, et al, 2023, p. 24), bem como que o ISE B3 é uma ferramenta utilizada para identificar quais empresas estão alinhadas aos princípios do ESG, nota-se que os índices funcionam como uma espécie de filtro para diferenciar no mercado quais companhias estão assumindo suas responsabilidades ambientais e sociais. Portanto, quanto mais compatíveis (universais) forem os índices, maior será a facilidade dos investidores e consumidores em identificar quais empresas adotam as melhores práticas.

Além disso, considerando as crescentes exigências do *ranking* do ISE B3 e a exclusão de empresas, avaliadas pelo *Carbon Disclosure Project*³⁸(CDP), com “risco de reputação alto e nota inferior a “C” em práticas de mudança climática” (GALINDO et al., 2023, p. 267), juntamente com a exigência de um mínimo de 50 pontos no ranking de reputação e imagem pelo *RepRisk*³⁹(GALINDO et al, 2023, p. 267), é possível observar uma tendência que caminha em direção à formulação de padrões através de *soft law* - criação de normas por meio de instrumentos não obrigatórios (JUBRAN, 2017, p. 215).

O maior uso das normas voluntárias, *soft laws*, guarda relação com a governança global:

Sob uma perspectiva otimista colaborativa, pode-se pensar que, num futuro de médio ou longo prazo, haverá um deslocamento da regulamentação de parte do Direito para o âmbito internacional e que os Estados soberanos passarão a regular apenas o mínimo necessário (questões atinentes à soberania e ordem pública, por exemplo, isto é, relacionadas essencialmente ao sistema político, utilizando os conceitos luhmannianos) e deixarão as questões econômicas sob a guarda de uma nova Ordem Pública Global, cada vez mais integrada e lastreada em regras de governança, numa verdadeira manifestação de *soft law*. (PROTO, 2020, p. 146/147)

Nesse sentido, diante da referida tendência de maior uso das *soft laws*, bem como tendo em mente que as inovações tecnológicas influenciam esse “nova ordem política global” na medida em que permitem descentralidade da rede por exemplo - caso da *blockchain* - o Estado “ não restará enfraquecido, mas sim atuará de uma forma diferente, talvez mais enxuta e mais eficiente, por meio da resignificação de alguns conceitos e paradigmas anteriores” (PROTO, 2020, p.152). Nesse sentido, dado a constante mutação das novas tecnologias, e em especial o caráter descentralizador da *blockchain*, a regulamentação jurídica por parte do Estado parece possível apenas no campo dos aspectos principiológicos e conceituais (PROTO, 2020, p.152).

³⁸ De acordo com a definição retirada pelo próprio site, a Carbon Disclosure Project se autointitula como “uma organização sem fins lucrativos que mobiliza investidores, companhias e governos com o intuito de construir e acelerar ações colaborativas para um desenvolvimento que funcione para as atuais e futuras gerações.” (CPD, 2023) Mais informações em: <https://la-pt.cdp.net/>.

³⁹ De acordo com a definição retirada pelo próprio site, a RepRisk se autointitula como “uma pioneira e líder em ciência de dados ESG”. Deste modo, a RepRisk é uma provedora de pesquisa ESG, que utiliza machine learning aliado ao crivo de analistas altamente treinados. Mais informações em: <https://www.reprisk.com/>.

Ora, tanto as certificadoras de crédito de carbono, que trabalham com a certificação de uma empresa ou projeto ambiental que evitou a emissão (poluição) de 1 tonelada de CO₂eq (MOSS, 2020, p. 7), quanto às bolsas de valores como a B3, que mede o comprometimento da sustentabilidade corporativa das empresas pelas métricas do ESG (GALINDO, et al, 2023, p. 266), criam *soft laws* por meio de seus regulamentos internos e exigências para promover ou a certificação ou inclusão no capital aberto.

Nesse sentido, conclui-se que a fim de dar maior credibilidade a metodologia e aos índices considerados para ambas as situações acima mencionadas (conquista de certificação e inclusão de uma empresa no capital aberto) a tecnologia *blockchain* pode ser vislumbrada como um mecanismo de promoção da efetividade das metas climáticas. Por se tratar de um sistema de natureza descentralizada (NAKAMOTO, 2022, p.4), as aplicações com *blockchain*, como por exemplo a tokenização dos créditos de carbono, permitem “um registro certo e verificável de cada transação já efetuada” (PAPA, 2017, p. 01), o que faz da tecnologia uma forma de promover credibilidade ao mercado. Assim, a tecnologia *blockchain* contribuirá para a efetividade dos critérios de governança e transparência das empresas e de projetos empresariais climáticos, fundamentais para qualquer cenário de segurança e adequada gestão de riscos corporativos referentes às temáticas das mudanças do clima.

Diante do exposto, considerando as projeções de crescimento do mercado voluntário de crédito de carbono e levando em consideração que as bolsas de valores, como a B3, têm trabalhado com índices de sustentabilidade cada vez mais rigorosos, como o ISE B3, para permitir a abertura de capital por parte das empresas no cenário do ESG, a tecnologia *blockchain* pode promover maior credibilidade dos certificados de “carbono neutro” se utilizada para a tokenização dos créditos. Além disso, ela pode influenciar a adoção de uma “cultura de rastreabilidade das cadeias” nos segmentos do setor privado que têm pretensão de agregar valor no mercado de ações.

CONCLUSÃO

O regime internacional das mudanças climáticas é um dos mais complexos e urgentes da atualidade. Desde a Conferência de Estocolmo, em junho de 1972 (JUBRAN, 2017), quando foi redigida a *soft law* da Declaração de Estocolmo, a humanidade tem concentrado suas ações com o objetivo de atenuar as emissões globais de GEE e manter o equilíbrio térmico do planeta dentro de níveis habitáveis. Com o advento de outros instrumentos internacionais, como a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima em 1994 (BIATO, 2005, p. 7), o Protocolo de Kyoto em 1997 (TRENNEPOLH, 2022, p. 26) e, principalmente, com o Acordo de Paris em 2015 (UNFCCC, 2023, Key aspects of the Paris Agreement), um número cada vez maior de nações comprometeu-se com o enfrentamento da crise climática, formando uma verdadeira resposta global à ameaça da mudança do clima no contexto do desenvolvimento sustentável e da luta pela erradicação da pobreza.

Como resultado desses esforços políticos e longos debates diplomáticos houve a formação do mercado de carbono, com o protocolo de Kyoto sendo a base para sua criação. Assim, desde a implementação do instrumento, no ano de 2005, os países desenvolvidos têm cumprido suas metas de redução de emissões de GEE ao adquirir os chamados créditos de carbono (Future Carbon Group, 2022, p. 17), e conseqüentemente impulsionando o crescimento do comércio de emissões ao redor do mundo.

Além disso, desde Kyoto, as nações também definiram quais são as unidades aceitas sob a estrutura do mercado de carbono (TRENNEPOLH, 2022, p. 35), dentre elas o consenso mais importante foi a padronização da unidade referente aos créditos. Com efeito, atualmente, 1 Crédito de Carbono corresponde a um certificado digital que comprova a redução de 1 tonelada de CO₂eq (dióxido de carbono equivalente) por uma empresa ou projeto ambiental (MOSS, 2020, p. 7).

Portanto, nota-se que no mercado voluntário de créditos de carbono, teoricamente, os créditos podem ser originados de diferentes tipos de projetos que sequestram ou evitam a emissão de GEE (Future Carbon Group, 2022, p. 12). Nesse sentido, é

possível mapear que a maior parte deles são gerados principalmente de quatro categorias, sendo elas: florestal, energia limpa, aterro sanitário e biomassa (MOSS, 2020, p. 50). Assim, a fim de neutralizar suas emissões, o setor privado tem realizado “offsets” (compensações), principalmente para manter sua reputação social perante um grupo de consumidores e investidores (stakeholders externos e internos, respectivamente) cada vez mais exigentes com os compromissos de sustentabilidade ambiental (Future Carbon Group, 2022, p.11).

No contexto do ordenamento jurídico brasileiro, a fim de melhor se adequar ao mercado de carbono, está em trâmite legislativo o Projeto de Lei (PL) número 412/2022, que tem como objetivo principal efetuar a regulamentação do Mercado Brasileiro de Redução de Emissões (MBRE). Essa medida é aguardada desde sua previsão na Lei nº 12.187/2009, porém ainda não implementada.

Considerando o potencial do Brasil no cenário do mercado de emissões, a conclusão do trâmite legislativo para a conversão do referido projeto em Lei efetiva representará um passo significativo para o Brasil se aproximar dos compromissos assumidos perante o regime internacional das mudanças climáticas, refletindo uma postura congruente com sua posição como signatário do Acordo de Paris. Ademais, vislumbra-se que essa medida pode incentivar a busca por soluções sustentáveis e inovadoras na redução de GEE.

Paralelamente ao contexto do desenvolvimento do regime internacional das mudanças climáticas e do mercado de carbono, no campo da ciência da computação, a tecnologia *blockchain* ganhou evidência a partir de 2008, quando um artigo acadêmico publicado sob o pseudônimo de Satoshi Nakamoto, o criador da criptomoeda bitcoin, introduziu sua definição. Em essência, a *blockchain* é uma tecnologia distribuída e descentralizada para o registro eletrônico de dados (CROSBY, et al, 2015, p.5). Nesse sentido, destaca-se que a *blockchain* possui uma aplicabilidade versátil, podendo ser utilizada tanto em tendências disruptivas quanto em processos inovadores, relacionados a demandas do “mundo fático”. É exatamente por essa flexibilidade que o uso da tecnologia pode ser revolucionário na prática, inclusive no contexto do mercado voluntário de crédito de carbono.

Com a capacidade de estabelecer um consenso distribuído, uma vez que uma transação é realizada, as informações a respeito dela podem ser verificadas por qualquer pessoa, a qualquer momento no futuro (CROSBY, et al, 2015, p.3), a tecnologia *blockchain* confere credibilidade e segurança aos ativos digitais, motivo pelo qual sua implementação ao mercado de carbono é, no mínimo, interessante.

Voltando para a ótica do ordenamento brasileiro, ganha destaque a Lei 14.478/22, que busca regular o mercado das criptomoedas no território, apesar da natureza descentralizada do sistema *blockchain*. Nesse prisma, observa-se que além dos ditos dos “benefícios legislativos” que são pontuados pelo congresso nacional, é importante considerar que o texto da referida legislação permite a interpretação de que a *blockchain* tem o potencial de atuar como um mecanismo/ferramenta de governança, tanto para o Estado quanto para o setor privado.

Tal característica é defendida por conta dos princípios regidos na Lei 14.478/22, em especial os presentes nos incisos II e VII do artigo 4º. O primeiro relaciona a prestação dos serviços dos ativos virtuais aos padrões internacionais, nesse sentido cabe o raciocínio de que, se levando em conta que os créditos de carbono são ativos digitais, o Acordo de Paris pode ser um balizador nesse requisito. Já o segundo princípio defende o uso de boas práticas de governança, portanto ele pode ser expandido para a tutela da transparência nas operações de carbono.

No campo das soluções inovadoras, foi visto que as *LawTechs* e as *GreenTechs* desempenham um papel fundamental na contribuição de inventos que auxiliam a mitigação das mudanças climáticas. Além disso, especialmente com o crescente enfoque global no ramo do Direito Ambiental e na litigância climática, estabeleceu-se uma conexão entre ambos “tipos/modelos” de empresas. Pois o cenário da crise climática, implica na necessidade de profissionais interdisciplinares capazes de aliar conhecimentos a fim de se adequar às soft laws produzidas pelo regime internacional das mudanças climáticas.

Também foi constatado que a iminência ESG constitui uma nova fase do capitalismo no século XXI, sendo ela de renovação (GALINDO, et al, 2023, p.18). Assim, apesar da sigla ESG representar um conjunto de indicadores e metas ambientais, sociais e

de governança, surgindo no mercado financeiro como uma forma de avaliar o desempenho sustentável das empresas (GALINDO, et al, 2023, p.13), foi observado que sua implementação requer uma avaliação complexa, pois envolve uma série de variantes.

Dito isso, um dos principais desafios constatados foi a necessidade de adoção de métricas confiáveis e internacionalmente padronizadas para a divulgação de informações relacionadas à governança, impacto social e sustentabilidade ambiental (GALINDO, et al, 2023, p.24), pelos setores envolvidos (inclusive pelo mercado financeiro). Nesse sentido, a falta de uma taxonomia oficial e amplamente padronizada no mercado ESG gera divergência de parâmetros no momento de análise de investimentos (SILVA; HEEMSTEDE, 2023, p. 60).

Logo, considerando que há uma crescente demanda pelo desenvolvimento de padrões confiáveis internacionalmente (SILVA; HEEMSTEDE, 2023, p. 61), para superar essas divergências, a governança corporativa desempenha um papel fundamental ao incentivar a divulgação transparente de relatórios padronizados - permitindo a comparação de definições e critérios avaliativos entre fundos de investimento, empresas e governos. Dessa forma, emerge a necessidade de estruturação de uma governança corporativa climática, capaz de lidar com os desafios ambientais da modernidade, à medida que a comunidade internacional busca enfrentar a crise climática e limitar o aumento da temperatura (RIANI, 2022, p.29).

Nesse contexto, a sustentabilidade empresarial, representada pelas diretrizes ESG (REDE BRASIL DO PACTO GLOBAL DA ONU; STILINGUE, 2021, p.3), se mostra como uma aplicação prática da governança corporativa climática. Principalmente porque empresas que adotam práticas sustentáveis, como o controle de emissões de GEE, são favorecidas no mercado financeiro, e outros stakeholders ligados a elas, como a sociedade e o meio ambiente, também.

No entanto, o desafio de padronização de métricas confiáveis e universais, ligadas aos relatórios de transparência das empresas orientadas pelos princípios ESG, também se apresenta como uma problemática para a governança corporativa

climática e, paralelamente, para a eficácia do mercado voluntário de crédito de carbono como um índice de sustentabilidade confiável. Dito isso, a tecnologia *blockchain*, com seu consenso distribuído e aplicações no mundo digital, oferece a possibilidade de tokenização dos créditos de carbono, o que representa uma solução promissora para o mercado voluntário (CROSBY, et al, 2015, p.3; LIMA, 2023).

A tokenização - digitalização dos registros em redes *blockchain* - promove a democratização do acesso ao comércio de emissões, na medida em que melhora a liquidez dos ativos e garante rastreabilidade segura (LIMA, 2023), dando credibilidade ao mercado voluntário de crédito de carbono. Além disso, a *blockchain* pode ser aplicada no rastreamento de cadeias de produção, o que contribui para a inovação de produtos e serviços já existentes (CROSBY, et al, 2015, p.5).

Com efeito, ao analisar que tanto certificadoras de crédito de carbono, como a MOSS.Earth (MOSS, 2020, p. 7), quanto às bolsas de valores, como a B3 que utiliza o Índice de Sustentabilidade Empresarial (ISE B3) (GALINDO, et al, 2023, p. 266), estabelecem regulamentos e exigências (*soft laws*) para promover, respectivamente, a certificação de empresas e a inclusão delas no mercado de capitais, a tecnologia *blockchain* tem potencial de corroborar nos processos metodológicos. Isso pois ela pode aumentar a credibilidade das metodologias e índices utilizados nessas situações, proporcionando um registro certo e verificável das transações (NAKAMOTO, 2022, p. 4) e promovendo, conseqüentemente melhor governança, transparência e segurança na gestão de riscos.

Diante o exposto, levando novamente em conta o crescimento projetado do mercado voluntário de crédito de carbono no Brasil, bem como a maior (e crescente) rigorosidade dos índices de sustentabilidade estipulado pelas bolsas de valores, a *blockchain* tem potencial de aumentar a credibilidade dos certificados de carbono neutro por meio da tokenização dos créditos. Outrossim, ela é capaz de influenciar a adoção de uma cultura de rastreabilidade das cadeias produtivas, nos setores privados interessados em agregar valor no mercado de ações.

Por fim, conclui-se que a urgência de se pensar em inovações, mecanismos e alternativas a curto prazo para a crise, como o mercado de carbono, guarda relação com a ideia de justiça climática, pois são os mais vulneráveis que têm sido os mais afetados pelo aquecimento global (IPCC, 2023, p. 6). Logo, impera o raciocínio de que o comércio de emissões, embora seja uma ferramenta disponível para reduzir as emissões de GEE, não é, e nem pode ser, uma solução exclusiva (TRENNEPOLH, 2022, p. 184). Dessa forma, o incentivo a alternativas à crise precisa ser constante, atrelado ao desenvolvimento sustentável resiliente ao clima, moldado pela equidade, justiça social e climática (IPCC, 2023, p. 60).

REFERÊNCIAS

ADACHI, Vanessa. **Como a Vivara garante que suas joias não têm ouro sujo?** Capital Reset, 2023. Disponível em: https://www.capitalreset.com/como-a-vivara-garante-que-suas-joias-nao-tem-ouro-sujo/?utm_campaign=18052023_-_vivara__ana_luci&utm_medium=email&utm_source=RD+Station. Acesso em: 18 de maio de 2023.

ANGELO, Tiago; SPECHOTO, Caio. **TSE valida fusão do DEM e PSL e libera união Brasil.** 8 fev. 2022. PODER360. Disponível em: <https://www.poder360.com.br/justica/tse-valida-fusao-do-dem-e-psl-e-libera-uniao-brasil/>. Acesso em: 24 de maio de 2023.

BORGES, Caio. **STF reconhece Acordo de Paris como tratado de direitos humanos e por que isso importa.** 4 de julho de 2022. Disponível em: <https://www.capitalreset.com/stf-reconhece-acordo-de-paris-como-tratado-de-direitos-humanos-e-por-que-isso-importa/>. Acesso em: 24 de maio de 2023.

BRASIL. **Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009.** Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 30 dez. 2009. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l12187.htm. Acesso em: 26 de fevereiro de 2023.

BRASIL. **Decreto nº 9.073, de 2 de junho de 2017.** Dispõe sobre a Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio), altera o Decreto nº 7.390, de 9 de dezembro de 2010, e o Decreto nº 8.553, de 13 de novembro de 2015, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2 jun. 2017. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/decreto/D9073.htm. Acesso em: 26 de fevereiro de 2023.

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, DF, 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: 18 de maio de 2023.

BRASIL. **Lei nº 12.965, de 23 de abril de 2014.** Estabelece princípios, garantias, direitos e deveres para o uso da Internet no Brasil. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 24 abr. 2014. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2014/lei/l12965.htm#art32. Acesso em: 24 de maio de 2023.

BRASIL. **Lei nº 14.478, de 21 de dezembro de 2022.** Dispõe sobre diretrizes a serem observadas na prestação de serviços de ativos virtuais e na regulamentação das prestadoras de serviços de ativos virtuais. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2022/lei/L14478.htm. Acesso em 24 de maio de 2023.

BRASIL. **Lei nº 6.404, de 15 de dezembro de 1976.** Dispõe sobre as Sociedades por Ações. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6404consol.htm. Acesso em: 24 de maio de 2023.

BRASIL. **Lei nº 13.986, de 7 de abril de 2020.** Dispõe sobre a agricultura familiar e empreendimentos familiares rurais durante o estado de calamidade pública reconhecido pelo Decreto Legislativo nº 6, de 20 de março de 2020. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 8 abr. 2020. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/L13986.htm. Acesso em: 24 de maio de 2023.

BRASIL. **Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018.** Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD). Diário Oficial da União, Brasília, DF, 15 ago. 2018. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/L13709.htm. Acesso em: 24 de maio de 2023.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Protocolo de Quioto.** [s.d.]. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas/protocolo-de-quioto.html>. Acesso em: 27 de abril de 2023.

BALDUINO, Maria Clara de Jesus Maniçoba. **O Acordo de Paris e a mudança paradigmática de aplicação do princípio da responsabilidade comum, porém diferenciada.** Revista Digital Constituição e Garantia de Direitos, Natal, v. 13, n. 1, p. 47-69, jan./jul. 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/346104549_O_ACORDO_DE_PARIS_E_A_MUDANCA_PARADIGMATICA_DE_APLICACAO_DO_PRINCIPIO_DA_RESPONSABILIDADE_COMUM_POREM_DIFERENCIADA > acesso em: 20 de março de 2023.

BIATO, Márcia Fortuna. **Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima.** Revista de Informação Legislativa, Brasília, v. 42, n. 166, p. 233-258, abr./jun. 2005. Disponível em: https://www12.senado.leg.br/ril/edicoes/42/166/ril_v42_n166_p233.pdf. Acesso em: 27 de abril de 2023.

BTG PACTUAL. **BTG Pactual compra fatia da Systemica de redução de gases de efeito estufa.** BTG Pactual, São Paulo. 2023. Disponível em: <https://content.btgpactual.com/research/home/noticias/64624b47984db37564b5b8a0/BTG-Pactual-compra-fatia-da-Systemica-de-reducao-de-gases-de-efeito-estufa>. Acesso em: 17 de maio de 2023.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. **Entra em vigor lei que regulamenta setor de criptomoedas no Brasil.** Disponível em: <https://www.camara.leg.br/noticias/931195-entra-em-vigor-lei-que-regulamenta-setor-de-criptomoedas-no-brasil>. Acesso em: 20 abr. 2023.

CARBONPLACE. **Carbonplace.** 2023. Disponível em: <https://carbonplace.com/>. Acesso em: 17 maio 2023.

CAPITAL RESET. **Colunas de Caroline Dohl Prolo**. 2023. Disponível em: <https://www.capitalreset.com/colunistas/caroline-prolo/>. Acesso em: 24 de maio de 2023.

CETESB, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Convenção Quadro Das Nações Unidas Sobre Mudança Do Clima**. Nova Iorque: Nações Unidas, 1992. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/proclima/wp-content/uploads/sites/36/2014/08/convencaomodancadoclima.pdf> Acesso em: 24 de fevereiro de 2023.

CLIMATE CHANGE 2022: **IMPACTS, ADAPTATION AND VULNERABILITY**. Ipcc Sixth Assessment Report. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/>. Acesso em: 23 de fevereiro de 2023.

CONVENÇÃO-QUADRO DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MUDANÇA DO CLIMA. **Protocolo de Quioto à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima**. 1998. Disponível em: http://mudancasclimaticas.cptec.inpe.br/~rmclima/pdfs/Protocolo_Quioto.pdf . Acesso em: 25 de fevereiro de 2023.

CDP. **Carbon Disclosure Project Brasil**. 2023. Disponível em: <https://la-pt.cdp.net/>. Acesso em: 24 de maio de 2023.

CUNTO, Raphael de. **A LGPD é ESG?**. ESG no Brasil: um olhar jurídico. 2023. Disponível em: https://www.pinheironeto.com.br/Documents/ESG-no-brasil_um-olhar-juridico-PT.pdf. Acesso em: 13 maio 2023.

DELLOITTE. **NFT and Blockchain Technology Companies**. Disponível em: <https://www2.deloitte.com/us/en/pages/audit/articles/nft-and-blockchain-technology-companies.html> Acesso em: 08 maio 2023.

DENNY, Thame. **Créditos de carbono são "licença para poluir"**. 2023. Money Times. Disponível em: <https://www.moneytimes.com.br/creditos-de-carbono-sao-licenca-para-poluir>. Acesso em: 13 mai. 2023.

DESHMUKH, Akshay. **Basics of Blockchain**. 2017. Disponível em: <https://www.c-sharpcorner.com/article/basics-of-blockchain/> > Acesso em: 27 de abril de 2023.

DOBROWOLSKA, Patrycja. **What is Greentech? A guide to green technology**. Future Processing. 21 de julho de 2021. Disponível em: <https://www.future-processing.com/blog/what-is-greentech-a-guide-to-green-technology/>. Acesso em: 10 de maio de 2023.

DUARTE, W. de J. B. . **TRATADOS E CONFERÊNCIAS CLIMÁTICAS: UMA CRONOLOGIA GERAL E DA PARTICIPAÇÃO DO BRASIL**. Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação, [S. l.], v. 8, n. 8, p. 110–132, 2022. DOI: 10.51891/rease.v8i8.6635. Disponível

em:<<https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/6635/2500>>. Acesso em: 1 março de 2023.

ETHEREUM. ERC-20 TOKEN STANDARD. 2023. Disponível em: <https://ethereum.org/pt/developers/docs/standards/tokens/erc-20/>. Acesso em: 15 mai. 2023.

EXAME. **O que é Disclaimer: saiba como escrever, atualizar e quais informações incluir.** 2023. Disponível em: <https://exame.com/invest/guia/o-que-e-disclaimer-saiba-como-escrever-atualizar-e-quais-informacoes-incluir>. Acesso em: 24 maio 2023.

FARIAS, Valeria Cristina e REI, Fernando. **De Berlim a Paris: a conferência das partes como espaço para o multilateralismo climático.** In: GRANZIERA, M. L. M. e REI, F. (coord.). O futuro do regime internacional de mudanças climáticas: aspectos jurídicos e institucionais. Santos: Edital Livros Produções Editoriais, 2015, p. 97/120.

FAYE PAPA, Semou. **Use of Blockchain Technology in Agribusiness: Transparency and Monitoring in Agricultural Trade.** Atlantis Press, 2017. Disponível em: <https://www.atlantis-press.com/proceedings/msmi-17/25881485>. Acesso em: 19 de abril de 2023.

FRANSEN, T. et al. **The State of Nationally Determined Contributions: 2022.** Report. Washington, DC: World Resources Institute, 2022. Disponível em:<<https://doi.org/10.46830/wriipt.22.00043>>. Acesso em: 17 mar. 2023.

FREIRE, João Pedro. **Blockchain e Smart Contracts - implicações jurídicas.** Coimbra: Editora Almedina, 2021.

FREIRE JÚNIOR, A. B. **A importância da busca pela verdade no Estado democrático de direito: qual grau de mentiras ainda se pode tolerar em uma democracia?** Revista de Direitos e Garantias Fundamentais, [S. l.], v. 23, n. 1, p. 11–12, 2022. DOI: 10.18759/rdgf.v23i1.2201. Disponível em: <https://sisbib.emnuvens.com.br/direitosegarantias/article/view/2201>. Acesso em: 19 maio. 2023.

GALINDO, Fábio; ZENKNER, Marcelo; KIM, Yoon Jung. **Fundamentos do ESG: geração de valor para os negócios e para o mundo.** Belo Horizonte, Editora Fórum, 2023.

GONÇALVES, Alcindo. **Governança global e o direito internacional público.** In: JUBILUT, Líliliana Lyra (Coord.). Direito internacional atual. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

GOOGLE. **Algoritmo SHA-256: definição.** GOOGLE SUPPORT. Disponível em: <https://support.google.com/google-ads/answer/9004655?hl=pt-BR>. Acesso em: 24 de maio de 2023.

GUIA RESET DE CRÉDITOS DE CARBONO. **Reset**. Julho de 2022. Disponível em: <https://d335luupugsy2.cloudfront.net/cms%2Ffiles%2F139952%2F1656549491Guia_Reset_de_Crditos_de_Carbono_2022.pdf>. Acesso em: 28 de fevereiro de 2022

GUIDE TO THE PARIS AGREEMENT. **Oxford Climate Policy/European Capacity Building Initiative (ecbi)** 2020. Março de 2020. Disponível em: <<https://legalresponse.org/wp-content/uploads/2020/03/Guide-Paris-Agreement.pdf>> Acesso em: 01 de março de 2023.

HYPERLEDGER FOUNDATION, 2023, Disponível em: <https://www.hyperledger.org/use/fabric>. Acesso em: 24 de maio de 2023

INTERNATIONAL INSTITUTE FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT (IISD). **Earth Negotiations Bulletin**, Vol. 12, No. 567, Tuesday, 11 December 2012. A Reporting Service for Environment and Development Negotiations. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/proclima/wp-content/uploads/sites/36/2014/08/enb12567e.pdf>>. Acesso em: 01 de março de 2023.

IPCC. **Summary for Policymakers of IPCC Special Report on Global Warming of 1.5°C approved by governments**. 8 de outubro de 2018. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/11/pr_181008_P48_spm_en.pdf>. Acesso em 1 de março de 2023.

IPCC. **Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability**. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report. 2022. Disponível em: <<https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/>>. Acesso em: 27 de abril de 2023.

IPCC. **Anexo II: Autores e Revisores do IPCC - AR6 WGII**. Genebra, 2022. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC_AR6_WGII_Annex-II.pdf>. Acesso em: 27 de abril de 2023.

IPCC. **SYNTHESIS REPORT OF THE IPCC SIXTH ASSESSMENT REPORT (AR6)**. 2023. Disponível em: <https://brasil.un.org/sites/default/files/2023-04/IPCC_AR6_SYR_LongerReport.pdf>. Acesso em 15 de maio de 2023.

JABBOUR, Charbel José Chiappetta. **Tecnologias ambientais: em busca de um significado**. Scielo. 24 de agosto de 2010. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rap/a/HtHnshgJGV4kqTs8PGBm8Zq/?lang=pt#>>. Acesso em 10 de maio de 2023.

JUBRAN, Bruno Mariotto. **O regime internacional de mudanças climáticas: a evolução, as contradições e a posição do Brasil**. Panorama Internacional, v. 3, n. 1, p. 15-29, 2017. Disponível em: <<http://panoramainternacional.fee.tche.br/article/o-regime-internacional-de-mudancas-climaticas-a-evolucao-as-contradicoes-e-a-posicao-do-brasil/>> Acesso em 23 de fevereiro de 2023.

JUNIOR, Alberto do Amaral. **Direito internacional e desenvolvimento**. São Paulo. Editora Manole. São Paulo. 2005. *E-book*. ISBN [85-204-2282-9]. Disponível em: [<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788520443286/pageid/5>]. Acesso em: 17 de março de 2023.

KRASNER, Stephen D. **Causas estruturais e consequências dos regimes internacionais: regimes como variáveis intervenientes**. Rev. Sociol. Polit., Curitiba, v. 20, n. 42. Disponível em <<https://www.scielo.br/j/rsocp/a/b9xbgR49ZTvzbLq5RKFZrDg/?lang=pt> > Acesso em 23 de fevereiro de 2023.

LANDAU, Peter. **What Is a Stakeholder? Definition, Roles, Examples & More**. 2022. Projectmanager. Disponível em: <https://www.projectmanager.com/blog/what-is-a-stakeholder>. Acesso em: 24 de maio de 2023.

LEEWAY, Hertz. **Web3 versus Web 3.0: The Basic Concepts and Differences**. Medium, 2022. Disponível em: <https://productcoalition.com/web3-versus-web-3-0-the-basic-concepts-and-differences-e25f7f05ca33>. Acesso em: 24 de maio de 2023.

LEONARDI, Marcel. **Fundamentos do Direito Digital**. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2019.

LESSA, Tiago A. D. Themudo; MELLO, Paula Susanna Amaral; GÓIS, Fábio Moretti de. **A lei do agro e padrões ESG. ESG no Brasil: um olhar jurídico**. 2023. Disponível em: https://www.pinheironeto.com.br/Documents/ESG-no-brasil_um-olhar-juridico-PT.pdf. Acesso em: 13 maio 2023.

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: 13 mai. 2023.

CROSBY, michael; Google Nachiappan; Yahoo Pradhan Pattanayak;Yahoo Sanjeev Verma;Samsung Research America Vignesh Kalyanaraman;Fairchild Semiconductor. **Sutardja Center for Entrepreneurship & Technology Technical Report**. 16 de Outubro de 2022. Disponível em <<https://scet.berkeley.edu/wp-content/uploads/BlockchainPaper.pdf>> Acesso em 18 de abril de 2023.

MATIAS-PEREIRA, José. **Manual de Metodologia da Pesquisa Científica**. São Paulo, Brasil: Grupo GEN, 2016. *E-book*. ISBN 9788597008821. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597008821>. Acesso em: 20 de maio de 2023.

MCGOWAN, Emma. **What Is a Startup Company, Anyway?** 2022. Startups.com. Disponível em:

<https://www.startups.com/library/expert-advice/what-is-a-startup-company>. Acesso em: 24 de maio de 2023.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, Tecnologia, Inovações e Comunicações – MCTIC. Brasil Governo Federal. **Acordo de Paris**. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/acordo-de-paris-e-ndc/arquivos/pdf/acordo_paris.pdf > . Acesso em: 1 de março de 2023

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Conferência das Partes - Convenção das Nações Unidas**. 2023. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas/conferencia-das-partes.htm>. Acesso em: 24 de maio de 2023.

MORAES, Alexandre de. **Direito Constitucional**. São Paulo: Grupo GEN, 2022. E-book. ISBN 9786559771868. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786559771868/>. Acesso em: 27 de fevereiro de 2023.

MOURA, José Venício Praxedes de; SOUZA, Luan Igor de. **Lawtech e legaltech: o impacto na evolução jurídica nacional**. Artigo Científico. Orientador: Rafael Danrley Barra de Menezes. 2022. Repositório Universitário da Ânima (RUNA). Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/handle/ANIMA/22477>. Acesso em: 10 maio 2023.

MOSS. **Moss Carbon Credit White Paper**. [PDF]. Oakland, EUA: Moss, 2020. Disponível em: <https://v.fastcdn.co/u/f3b4407f/54475626-0-Moss-white-paper-eng.pdf>. Acesso em: 26 mar. 2023.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. **Ações urgentes contra mudança climática são necessárias para garantir um futuro habitável, alerta IPCC**. 2023. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/224004-a%C3%A7%C3%B5es-urgentes-contra-mudan%C3%A7a-clim%C3%A1tica-s%C3%A3o-necess%C3%A1rias-para-garantir-um-futuro-habit%C3%A1vel>. Acesso em: 15 mar. 2023.

NAKAMOTO, Satoshi. Bitcoin: **A Peer-to-Peer Electronic Cash System**. Disponível em: <<https://bitcoin.org/bitcoin.pdf> >. Acesso em: 18 de abril de 2023.

NOGUEIRA, Carolina; MYANAKI, Cauê Rezende. **A lei das S.A. na era do ESG**. ESG no Brasil: um olhar jurídico. 2023. Disponível em: https://www.pinheironeto.com.br/Documents/ESG-no-brasil_um-olhar-juridico-PT.pdf. Acesso em: 13 maio 2023.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **2021 joins top 7 warmest years on record: WMO**. ONU News. 2022. Disponível em: <<https://news.un.org/en/story/2022/01/1110022>>. Acesso em: 27 de abril de 2023.

OLIVEIRA, D. S. et al. **O uso de contratos inteligentes no comércio exterior: Via Blockchain**. In: **Tópicos Especiais em Engenharia: Inovações e Avanços Tecnológicos**. Aya Editora, 2021. p. 84-93. DOI: 10.47573/aya.5379.2.84.3.

Disponível em: <https://ayaeditora.com.br/wp-content/uploads/Livros/L168C3.pdf>
Acesso em: 19 de abril de 2023.

ONU BRASIL. **ONU e o meio ambiente**. 2020. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/91223-onu-e-o-meio-ambiente#:~:text=%E2%80%9CO%20desenvolvimento%20sustent%C3%A1vel%20%C3%A9%20o,de%20atender%20suas%20pr%C3%B3prias%20necessidades.%E2%80%9D>. Acesso em: 27 de abril de 2023.

PINHEIRO, Patrícia P. **Direito Digital**. São Paulo. Editora Saraiva, 2021. E-book. ISBN 9786555598438. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786555598438/>. Acesso em: 18 abr. 2023.

PISA, Pedro; **Para O TechTudo. O que é Hash?** 2012. Disponível em: <https://www.techtudo.com.br/noticias/2012/07/o-que-e-hash.ghtml>. Acesso em: 24 de maio de 2023.

PROJETO DE LEI nº 3.606, de 2021. **Dispõe sobre o marco regulatório para o Mercado Brasileiro de Redução de Emissões (MBRE)**. Disponível em: <https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/150293> |>. Acesso em: 26 de fevereiro de 2023.

PROJETO DE LEI nº 2.122, de 2021. **Trata do marco regulatório para ativos financeiros associados a mitigação das emissões de gases de efeito estufa**. Disponível em: <https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/148745> |>. Acesso em: 26 de fevereiro de 2023.

PROJETO DE LEI nº 4.028, de 2021. **Dispõe sobre diretrizes gerais para regulamentação do mercado de carbono no Brasil**. Disponível em: <https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/150817> |>. Acesso em: 26 de fevereiro de 2023.

PROJETO DE LEI nº 412 de 2022. **Regulamenta o Mercado Brasileiro de Redução de Emissões (MBRE), previsto pela Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009, e altera as Leis nºs 11.284, de 2 de março de 2006; 12.187 de 29 de dezembro de 2009; e 13.493 de 17 de outubro de 2017**. Disponível em: <https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/151967> > Acesso em: 26 de fevereiro de 2023.

PROLO, Caroline Dihi, "**Colocando ordem na casa: é hora de regular o carbono no ", Capital Reset**, [S.l.], 27 fev. 2023, disponível em <https://www.capitalreset.com/colunas/colocando-ordem-na-casa-e-hora-de-regular-o-carbono-no-brasil/>. Acesso em: 27 de fevereiro de 2023.

PROTO, Nathália de Carvalho Grizzi. **Da Lex Mercatoria à Lex Cryptographia: análise jurídica da regulamentação global do blockchain e os seus impactos no comércio internacional**. 2020. Disponível em:

<https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/40580>. Acesso em: 24 de maio de 2023.

REI, Fernando Cardozo Fernandes; GONÇALVES, Alcindo Fernandes; SOUZA, Luciano Pereira de. **Acordo De Paris: reflexões e desafios para o regime internacional de mudanças climáticas**. Veredas do Direito, Belo Horizonte, v. 14, n. 29, p. 81-99, maio/ago. 2017. Disponível em: <http://revista.domhelder.edu.br/index.php/veredas/article/view/996>. Acesso em: 22 de março de 2023.

RIANI, Rhiani Salamon Reis. **Governança ambiental corporativa no âmbito da agenda 2030: A participação dos atores corporativos no acesso global às vacinas da covid-19 (COVAX)**. 2022. Tese de doutorado, Universidade Católica de Santos, Programa de Pós-Graduação em Direito, Doutorado em Direito Ambiental Internacional.

REDE BRASIL DO PACTO GLOBAL DA ONU; STILINGUE. **Estudo sobre a evolução do ESG no Brasil. São Paulo: Rede Brasil do Pacto Global da ONU, 2021.** Disponível em: <https://www.pactoglobal.org.br/noticia/520/stilingue-e-rede-brasil-do-pacto-global-lan-cam-estudo-sobre-a-evolucao-do-esg-no-brasil>. Acesso em: 12 maio 2023.
Reprisk. RepRisk - ESG Risk Data. Disponível em: <https://www.reprisk.com/>. Acesso em: 24 de maio de 2023.

SANTOS, André de Castro dos. **Entre avanços e decepções, a COP26 define o livro de regras do Acordo de Paris**. Ambiente, Território e Sociedade, Grupo De Investigação Ambiente, Território E Sociedade Do Ics-Ulisbo. Av. 24, n. 3, p. e01239, 2021. Disponível em: <https://ambienteterritoriosociedade-ics.org/2021/12/15/entre-avancos-e-decepcoes-a-cop26-define-o-livro-de-regras-do-acordo-de-paris/>. Acesso em: 25 mar. 2023.

SENADO FEDERAL. **Regulamentação do mercado de criptomoedas é sancionada**. Senado Notícias, Brasília, 22 dez. 2022. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2022/12/22/regulamentacao-do-mercado-de-criptomoedas-e-sancionada>. Acesso em: 18 de maio de 2023.

SILVA, Caio Ferreira; HEEMSTEDE, Felipe Tucunduva. **Fundos de investimento e ESG no Brasil: desafios, oportunidades e tendências. ESG no Brasil: um olhar jurídico**. 2023. Disponível em: https://www.pinheironeto.com.br/Documents/ESG-no-brasil_um-olhar-juridico-PT.pdf. Acesso em: 13 maio 2023.

SIMEÃO, A. O.; VARELLA, M. D. **A equipotência libertária do ciberespaço e a regulação transnacional da cadeia de blocos (Blockchain)**. Revista de Direitos e Garantias Fundamentais, [S. l.], v. 19, n. 3, p. 99–126, 2018. DOI: 10.18759/rdgf.v19i3.1527. Disponível em: <https://sisbib.emnuvens.com.br/direitosegarantias/article/view/1527>. Acesso em: 20 maio. 2023.

SOUSA, Priscila. *Bit - O que é, conceito, características e aplicações*. Conceito.de. 2023. Disponível em: <<https://conceito.de/bit>> Acesso em 24 de maio de 2023.

STAFF, Cryptopedia. **Digital Assets: Cryptocurrencies vs. Tokens**. Cryptopedia, 2022. Disponível em: <https://www.gemini.com/pt-br/cryptopedia/cryptocurrencies-vs-tokens-difference>. Acesso em: 24 de maio de 2023.

SVAMPA, Maristella. **As fronteiras do neoextrativismo na América Latina: conflitos socioambientais, giro ecoterritorial e novas dependências**/Maristella Svampa: tradução de Lígia Azevedo - São Paulo: Elefante, 2019.

TECHTUDO. **O que é CPU, para que serve e qual a importância no seu PC ou notebook**. TechTudo. 2023. Disponível em: <https://www.techtudo.com.br/dicas-e-tutoriais/2023/03/o-que-e-cpu-para-que-serve-e-qual-a-importancia-no-seu-pc-ou-notebook-edinfoeletro.ghtml>. Acesso em: 24 de maio de 2023.

TRENNEPOHL, Natascha. **Mercado de carbono e sustentabilidade. Desafios regulatórios e oportunidades**. São Paulo: Juruá Editora, 2022.

UNEP FI (United Nations Environment Programme Finance Initiative). **Who Cares Wins: Connecting Financial Markets to a Changing World - Global Compact 2004**. Disponível em: https://www.unepfi.org/fileadmin/events/2004/stocks/who_cares_wins_global_compact_2004.pdf. Acesso em: 24 de maio de 2023.

UNEP FI (United Nations Environment Programme Finance Initiative). **The Materiality of Social, Environmental, and Corporate Governance Issues to Equity Pricing**. Disponível em: <https://www.unepfi.org/industries/investment/the-materiality-of-social-environmental-and-corporate-governance-issues-to-equity-pricing/>. Acesso em: 24 de maio de 2023.

UN. 2021 joins top 7 warmest years on record: WMO. **UN News Global perspective Human stories**. 19 de Janeiro de 2022. Disponível em:<<https://news.un.org/en/story/2022/01/1110022>>. Acesso em 23 de fevereiro de 2023.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE. **Key aspects of the Paris Agreement**. 2023. Disponível em: <https://cop23.unfccc.int/most-requested/key-aspects-of-the-paris-agreement>. Acesso em: 27 abr. 2023.

United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). **Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima**. 1992. Disponível em: <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/conveng.pdf>. Acesso em: 24 de maio de 2023.

UNFCCC, UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE. **Paris Agreement - Status of Ratification**. 2023. Disponível em: <https://unfccc.int/process/the-paris-agreement/status-of-ratification> .Acesso em 20 de março de 2023.

UNFCCC. **Decisão 1/CMA.3**. Disponível em: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/cop26_auv_2f_cover_decision.pdf. Acesso em: 24 de maio de 2023.

UNFCCC. **Decisão 1/CP.26**. Disponível em: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/cma3_auv_2_cover%20decision.pdf. Acesso em: 24 de maio de 2023.

UNFCCC. **Decisão 1/CMP.16**. Disponível em: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/cmp16_auv_2c_cover%20decision.pdf. Acesso em: 24 de maio de 2023.

VIRI, Natalia. **BTG compra fatia na Systemica e entra em créditos de carbono**. RESET, 2023. Disponível em: https://www.capitalreset.com/btg-compra-fatia-na-systemica-e-entra-em-creditos-de-carbono/?utm_campaign=16052023_-_btgsystemica__ue&utm_medium=email&utm_source=RD+Station. Acesso em: 16 maio 2023.

VIRI, Natalia. **Itaú se une a oito bancos e cria 'bolsa' para créditos de carbono**. RESET, 2023. Disponível em: <https://www.capitalreset.com/itau-se-une-a-oito-bancos-e-cria-bolsa-para-creditos-de-carbono/>. Acesso em: 16 maio 2023.

VIRI, Natalia. **Marfrig quer política pública para rastreabilidade do gado**. Capital Reset, 2023. Disponível em: <https://www.capitalreset.com/marfrig-quer-politica-publica-para-rastreabilidade-do-gado/>. Acesso em: 17 de maio de 2023.

VIRI, Natália. **O que você precisa saber para começar a entender o mercado de carbono**. CAPITAL RESET, 2022. Disponível em: <https://www.capitalreset.com/o-que-voce-precisa-saber-para-comecar-a-entender-o-mercado-de-carbono/>. Acesso em: 24 de maio de 2023.

ZHENG, Z, et al. **An Overview of Blockchain Technology: Architecture, Consensus, and Future Trends**. IEEE 6th International Congress on Big Data. 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/318131748_An_Overview_of_Blockchain_Technology_Architecture_Consensus_and_Future_Trends>. Acesso em: 20 de abril de 2023.